

Школа Юргинский технологический институт

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Специализация «Оборудование и технология сварочного производства»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА КОТЛА Е-1.0-0.9 Р

УДК 621.181-049.32

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Малыхин А.Е.		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

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	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП «Машиностроение»	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

Малыхин А.Е.

Руководитель ВКР

Ильященко Д.П. к.т.н., доцент

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП «Машиностроение»
Д. П. Ильященко
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы

ВКР бакалавра

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A70	Малыхину Артему Евгеньевичу

Тема работы:

Разработка технологии капитального ремонта котла Е 1,0-0,9 Р	
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 (с точным указанием обязательных чертежей)	1. ФЮРА.Е1009М.171.00.000 ПС Принципиальная схема трубной части котла Е 1,0-0,9М 3 листа (А1) 2. ФЮРА.000001.171.00.000 СБ Распорка (А1). 3. ФЮРА.000002.171 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000003.171 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.171 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000005.171 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1).
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Ильященко Д.П.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	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	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Малыхин А.Е.		

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»

Специализация «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	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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	Малыхин А.Е.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
З-10А70	Малыхину Артему Евгеньевичу

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

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	37900,57 руб. 86,7 руб. 9996,65 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Электроды	346,71 кг 4,325 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 ООП «Машиностроение»	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	Малыхин А.Е.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A70	Малыхину Артему Евгеньевичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка ремонта котла на предмет возникновения:

- вредных проявлений факторов производственной среды (метеословия, 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 (метеословия, 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:

- *физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;*
- *действие фактора на организм человека;*
- *приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);*
- *предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)*

Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности

- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);
- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Вредные выбросы в атмосферу.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	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
3-10А70	Малыхин А.Е.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа: 123 с., 2 рис., 18 табл., 49 источников, 4 прил., 8 л. графического материала.

Ключевые слова: СВАРКА ПЛАВЛЕНИЕМ, ТЕХНОЛОГИЯ, ПАРОВОЙ КОТЕЛ, ТРУБА, ШОВ, СВАРИВАЕМОСТЬ, КОНТРОЛЬ, РАСПОРКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ.

Объектом разработки является капитальный ремонт котла.

Цель работы. Целью работы является разработка технологии капитального ремонта котла.

В процессе выполнения работ проводились изучение составных деталей изделия, определение марки стали, выбор метода сварки, определение режимов сварки и сварочных материалов, нормирование операций, составление технологической карты, расчет необходимого количество оборудования и численности рабочих.

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

Экономические показатели:

- капитальные вложения 745919 руб.;
- себестоимость продукции 23991950,78 руб.;
- количество приведенных затрат 24103838,67руб/изд. год.

Abstract

Final qualifying work 123 p., 2 drawings, 18 tables, 49 sources, 4 applications, 8 p. graphic material.

Key words: Fusion WELDING, TECHNOLOGY, STEAM BOILER, PIPE, WELD, WELDABILITY, CONTROL, SPACER, INDUSTRIAL SAFETY, COST.

The object of development is the overhaul of the boiler.

Objective. The purpose of the work is to develop a technology for the overhaul of the boiler.

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

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

Economic indicators:

- capital investments 745919 rubles;*
- cost of production 23991950,78 rubles;*
- the number of reduced costs 24103838,67 rubles / ed. year.*

Содержание

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки	16
Введение	18
1 Обзор и анализ литературы	19
1.1 Повреждения и ремонт котла	19
1.1.1 Повреждения кипяtilьных и экранных труб, питательных и паровых трубопроводов.	19
1.1.2 Организация и проведение ремонта котельного агрегата	21
1.1.3 Ремонт поверхностей нагрева котла и пароперегревателя	22
1.1.4 Ремонт трубной системы котла	23
1.2 Заключение	25
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	28
2.2.2 Требования к сборке сварного соединения	29
2.2.3 Требования к сварке при прихватке	30
2.2.4 Подогрев стыков при прихватке и сварке	31
2.2.5 Требования к сварке	31
2.2.6 Требования к контролю	33
2.3 Методы и средства проектирования	36
2.4 Постановка задачи	36
3 Разработка технологического процесса	38
3.1 Анализ исходных данных	38
3.1.1 Основные материалы	38
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	40
3.1.3 Выбор сварочных материалов	40
3.2 Расчёт технологических режимов	41
	12

3.3 Выбор основного оборудования	43
3.4 Выбор оснастки	51
3.5 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	51
3.5.1 Визуальный и измерительный контроль сварных соединений	52
3.5.2 Ультразвуковой контроль	54
3.5.3 Гидравлические испытания	57
3.6 Разработка технологической документации	58
3.7 Техническое нормирование операций	60
3.8 Материальное нормирование	63
3.9.1 Расход металла	63
3.9.2 Расход электродов	63
3.9.3 Расход электроэнергии	64
4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений	65
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	65
4.2 Расчёт элементов приспособления	66
4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление	67
5 Проектирование участка сборки сварки	69
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	69
5.2 Расчёт основных элементов производства	69
5.2.1 Определение необходимого числа оборудования	69
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	72
5.3 Пространственное расположение производственного процесса	72
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	76
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	76
6.2 Экономический анализ техпроцесса	76
6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	77
6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	77
6.2.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	79
	13

6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	79
6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы	80
6.2.2.2 Определение затрат на заработную плату	81
6.2.2.3 Определение затрат на силовую электроэнергию	82
6.2.2.4 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования	82
6.2.2.5 Затраты на амортизацию приспособлений	83
6.2.2.6 Определение затрат на содержание помещения	84
6.3 Расчет технико-экономической эффективности	85
6.4 Основные технико-экономические показатели участка	85
7 Социальная ответственность	87
7.1 Описание рабочего места	87
7.2. Законодательные и нормативные документы	88
7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	90
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	96
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	96
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	102
7.5 Охрана окружающей среды	102
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	104
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	104
Заключение	106
Библиография	107
Приложение А (Операционная технологическая карта вварки труб в коллектор, выполняемой ручной дуговой сваркой)	112
Приложение Б (Операционная технологическая карта вварки труб в барабан, выполняемой ручной дуговой сваркой)	114
Приложение В (Спецификация Распорка)	116
Приложение Г (Инструкция по эксплуатации приспособления)	117
Диск CD-R	В конверте

	на обложке
Графический материал	На отдельных листах
ФЮРА.Е1009М.171.00.000 ПС Принципиальная схема трубной части котла Е 1,0-0,9М	3-Формат А1
ФЮРА.000001.171.00.000 СБ Распорка	Формат А1
ФЮРА.000002.171 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.171 ЛП Карта организации труда на производственном участке.	Формат А1
ФЮРА.000004. 171 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000005.171 ЛП Основные технико-экономические показатели	Формат А1

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

РД – Руководящий документ;

ТЭС – Тепловые электрические станции;

НТД – Нормативно-техническая документация;

ППР – План производства работ;

ПТД – Производственной технологической документации;

ТП – Термопара;

СНиП – Санитарные нормы и правила;

ВИК – Визуальный и измерительный контроль;

ОТО – Опасные технические объекты;

АСД – Автоматический сигнализатор дефектов;

УЗК – Ультразвуковой контроль;

ГОСТ Р 52630-2012 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия. М.: Стандартиформ, 2007.

ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы».

ГОСТ 5542-2014 – «Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового назначения».

ГОСТ 10585 -2013 – Топливо нефтяное. Мазут.

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 16037-80 – «Соединения сварные стальных трубопроводов».

ГОСТ Р ИСО 17637-2014 – «Контроль неразрушающий».

ГОСТ 2789-73 – «Шероховатость поверхности».

ГОСТ 14782-86 – «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые».

ГОСТ 23049-84 – «Соединения трубопроводов и арматура. Давления номинальные. Ряды».

РД 153-34.1-003-01 – «Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования».

РД 153-34.1-003-01 – «Варка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования»;

ГОСТ 18442-80 – «Контроль неразрушающий. Капиллярные методы».

СНиП 3.05.02-88 – «Газоснабжение».

ПБ 03-108-96-86 – «Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов».

Введение

Теплогенерирующие установки предназначены для производства тепловой энергии, которая используется для технологических нужд различных производств, на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. Значение тепловой энергии для человека трудно переоценить, особенно в Сибири с ее жестким климатом. Без тепла человек не сможет выжить в таких условиях, только тепловая энергия позволяет ему обеспечить нормальную жизнедеятельность [1].

Централизованные системы теплоснабжения от тепловых электрических станций (ТЭС) наиболее эффективны. В настоящее время, централизованное теплоснабжение крупных городов осуществляется на базе мощных атомных станций теплоснабжения.

Для небольших теплопотребителей источником теплоты служат промышленные и отопительные котельные. Удельный вес их в балансе теплоснабжения составляет значительно большую часть. Несмотря на строительство крупных тепловых электростанций, с каждым годом увеличивается выпуск и улучшаются конструкции котлоагрегатов малой и средней мощности, повышаются надежность и экономичность котельного оборудования, снижается металлоемкость на единицу мощности, сокращаются сроки и затраты на производство строительно-монтажных работ.

Использование ручной дуговой сварки при выполнении капитального ремонта котла является актуальным видом крепления заменяемых деталей, при условии обязательной герметичности соединений.

Целью работы является разработка технологии капитального ремонта котла.

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

Объектом разработки является капитальный ремонт котла.

Предметом разработки является проектирование участка ремонта изделия.

1 Обзор и анализ литературы

В процессе работы котельной установки наряду с естественным износом основного и вспомогательного оборудования нередко случаи разных повреждений и связанной с этим возникает необходимость восстановления изношенных элементов. Поэтому наряду с межремонтным обслуживанием требуются планово-предупредительные (профилактические) ремонты, которые подразделяются на текущие и капитальные ремонты [2].

Надежность и экономичность работы котлов и котельного оборудования зависит не только от правильного проведения и выполнения строительно-монтажных работ, грамотной эксплуатации, но и от своевременного проведения ремонта.

При планировании и составлении дефектной ведомости на ремонт необходимо тщательно проверить все котельное оборудование, трубопроводы и арматуру [3].

1.1 Повреждения и ремонт котла

1.1.1 Повреждения кипяtilьных и экранных труб, питательных и паровых трубопроводов.

Опыт эксплуатации паровых котлов показывает, что повреждения кипяtilьных и экранных труб происходит чаще всего из-за нарушений водного режима, вызванных неудовлетворительной работой химической водополготовки, попадания сырой воды с конденсатом вследствие пропуска в конденсаторах, неправильного режима фосфатирования и т.д.

Причинами разрывов труб также могут быть превышение давления, нарушение температурных условий их работы, коррозия или износ труб, некачественное изготовление и монтаж, несоответствие используемых

материалов и др. На разрушения экранных труб оказывает влияние не налаженность топочного процесса: удар факела в экранные панели.

Иногда выход из строя кипяtilьных и экранных труб происходит из-за нарушения циркуляции вследствие неравномерного обогрева труб из-за несимметричного расположения по ширине топки форсунок или горелок, а также из-за понижения уровня воды в котле, отложений шлама на горизонтальных или пологих участках труб, неравномерного отсоса топочных газов из котла и др.

Иногда на концах кипяtilьных и экранных труб, наблюдаются кольцевые трещины. Причиной таких повреждений являются агрессивность котловой воды и значительные местные напряжения вследствие невозможности свободного термического расширения труб или коллекторов из-за зажатия их в местах прохождения через обмуровку и прочее. Признаками появления кольцевых трещин в кипяtilьных и экранных трубах являются отложения шлама в виде валиков, которые можно обнаружить на внутренней части колокольчика труб или на теле барабана вокруг колокольчиков при осмотре барабанов до их очистки от шлама и накипи.

Разрывы питательных трубопроводов и основных паропроводов наблюдаются значительно реже, чем разрывы труб поверхностей нагрева, и по своим разрушающим последствиям эти повреждения гораздо более опасны. Учитывая это, необходимо регулярно проверять состояние трубопроводов. Проверку проводят в соответствии с Инструкцией по наблюдению и контролю за металлом трубопроводов и котлов.

Из опыта эксплуатации нарушения преимущественно наблюдаются на участках гибов, вблизи установки арматуры, в местах переходов с одной толщины на другую, в местах сварных стыков.

Признаками разрыва кипяtilьных или экранных труб являются быстрое снижение уровня воды в барабанах котлов, несмотря на усиленное их питание; значительное расхождение между количеством питательной воды, поступающей в котел, и количеством пара, вырабатываемого котлом, что определяется по

показаниям приборов; сильный шум вырывающегося пара в топочной камере или газоходах котла; повышение давления в топочной камере и выбивание газов из неплотностей обмуровки и лючков гляделок [2].

1.1.2 Организация и проведение ремонта котельного агрегата

Виды ремонтов котельного агрегата.

Межремонтное обслуживание включает в себя уход и надзор за оборудованием котельной, а именно систематическую смазку, обтирку, чистку, регулярный наружный осмотр, выявление всех неисправностей, проверку степени нагрева отдельных частей и элементов оборудования и по мере необходимости мелкий ремонт оборудования. исправление незначительных дефектов, крепление деталей и т.д.

Планово-предупредительные ремонты котельного оборудования проводят согласно плану: текущий ремонт два-три раза в год, капитальный – один раз в год. Объем работ зависит от типа оборудования и его состояния.

В состав текущего ремонта входят следующие операции: частичная разборка оборудования, разборка и проверка отдельных узлов, ремонт или замена изношенных деталей, осмотр и выявление состояния отдельных элементов, проверка и опробование отремонтированного оборудования.

Текущий ремонт выполняется на месте установки оборудования или в ремонтной мастерской.

При капитальном ремонте котельного агрегата полностью восстанавливается первоначальное состояние оборудования и улучшаются его технические характеристики путем проведения модернизации.

Капитальный ремонт предусматривает выполнение следующих операций: полную разборку котельного оборудования; замену основных частей, узлов и деталей, имеющих значительный износ; исправление обнаруженных дефектов и повреждений; проверку отремонтированных частей и деталей; их

опробование. После окончания ремонта производят сдачу-приемку оборудования [2].

1.1.3 Ремонт поверхностей нагрева котла и пароперегревателя

Перед началом ремонта котел отключается от питательной линии, магистралей перегретого и насыщенного пара, линии непрерывной продувки путем установки заглушек с хвостовиками. Затем очищаются концы экранных и кипяtilьных труб у барабанов и коллекторов для их осмотра при проверке агрегата на плотность. После этого проводится гидравлическое испытание при рабочем давлении. Во время испытания внимательно осматривают поверхности нагрева, коллекторы, сварные швы. После наружного осмотра котла выпускают из него воду и на питательной и спускных линиях (линии периодической продувки) устанавливают заглушки.

Перед открытием лазов в барабанах и лючков коллекторов необходимо еще раз убедиться в отсутствии давления в котле. Внутренний осмотр состояния барабанов и коллекторов проводится после их полного охлаждения и вентиляции. В случае проведения ремонтных работ в барабане необходимо все трубы, входящие в него, закрыть деревянными пробками во избежание попадания в них посторонних предметов.

К работе по очистке поверхностей нагрева и топки от золы и шлака приступают после охлаждения топки и проведения ее вентиляции. Одновременно следует обратить внимание на положение змеевиков пароперегревателя, состояние дистанционных гребенок, подвесок и др.

Некоторые виды ремонта труб, например выправление прогнутых труб или имеющих отдулины и вмятины, наварку изношенных снаружи стенок труб, замену поврежденных участков труб можно проводить без удаления их из барабана или коллектора. Все трубы, которые не могут быть отремонтированы на месте, нужно вырезать и заменить новыми.

В случае невозможности по разным причинам проведения исправления отдельных повреждений труб котла или пароперегревателя их удаляют и на это место устанавливают заглушки колпачкового типа [2].

1.1.4 Ремонт трубной системы котла

Паровой котел оснащается паропроводом насыщенного и перегретого пара, питательными, продувочными и дренажными трубопроводами. Основными видами повреждений трубопроводов в пределах котла являются коррозия, кольцевые трещины, трещины у концов труб, износ, изгиб выпучины и разрывы.

Коррозия более всего поражает питательные трубопроводы. Это объясняется тем, что в воде содержатся кислород, углекислота и соли. Основными видами разъедания питательных трубопроводов при неполной дегазации питательной воды является язвенная и точечная коррозия. Язвенная коррозия трубопроводов развивается на отдельных небольших участках поверхности. Под воздействием кислорода, влажного воздуха неработающие длительное время трубопроводы также подвержены стояночной коррозии, которая может образоваться как на наружной, так и на внутренней поверхности труб.

Причинами образования трещин и разрывов паропроводов и питательных трубопроводов являются пороки в металле, дефекты сварки и неправильная термообработка стыков, неправильные гибка и монтаж, а также гидравлические удары. Разрывы труб из-за наличия пороков в металле (трещины, плены от проката, раковины и т. п.) могут быть в любом месте трубопровода, и предупредить их можно только тщательной проверкой труб при изготовлении и установке.

Практика показывает, что трещины и разрывы труб происходят в основном в местах изгиба, околосварной зоне, дефектных участках основного металла.

Кольцевые трещины выявляются с наружной стороны кипяточных и экранных труб в месте сварки и развальцовки. Развиваясь, они проходят насквозь и увеличиваются в длину по окружности трубы. Поэтому при осмотре котла до очистки легко выявить сквозные трещины по бугоркам солей, которые выступают на внутренней поверхности, скапливаясь над трещинами. Наличие налета солей на наружной поверхности трубы около места развальцовки является предвестником возникновения трещин и течи.

Причинами течи также являются неправильное крепление и неравномерное удлинение труб, овальность трубных отверстий. Подвальцовка не может устранить течь надолго, так как при частой вальцовке труб происходит повреждение трубных отверстий. Поэтому необходимо все старые трубы вынуть и пришедшие в негодность заменить.

Максимальное увеличение диаметра кипяточных и экранных труб, определяемое специальными шаблонами, допускается в размере 5 %, а труб пароперегревателей из легированных сталей – 2,5 и углеродистых – 3,5 %. В случае обнаружения труб, имеющих большой диаметр, их следует заменить.

Сварка труб с барабанами, коллекторами выполняется электродами типов Э-42А, Э-50А диаметром 2,5-3 мм. Для более равномерного отвода теплоты катет шва со стороны барабана на 2-4 мм больше, чем со стороны трубы. Перед сваркой концы труб и тело барабана вокруг трубы на ширину 15-20 мм зачищают до металлического блеска.

Сварочные работы по приварке труб необходимо производить при плюсовой температуре окружающего воздуха. Последовательность приварки труб выбирают с учетом максимального уменьшения сварочных напряжений и деформаций барабана (коллекторов).

Сварку желательно производить от середины к краям в шахматном порядке одновременно двумя сварщиками.

После окончания сварки каждого слоя зачищают шов до металлического блеска и проверяют внешним осмотром качество каждого слоя. При выполнении сварки должно быть обеспечено смещение замков на 10-15 мм.

После приварки труб к барабану (коллектору) составляют акт о качестве приварки за подписью главного инженера ремонтного участка, мастера по сварке, представителя заказчика и сварщика.

В практике ремонт трубопроводов иногда связан с заменой поврежденного участка. Резка труб производится газопламенным способом. При замене трубопровода резать трубы необходимо только на прямом участке. Рез должен находиться от конца гйба трубы на расстоянии не менее наружного диаметра трубы, но не менее 100 мм. Длина вставляемого патрубкa при вварке должна быть не менее наружного диаметра трубы, но не менее 200 мм.

При безфланцевом трубопроводе диаметром 100 мм и более место резки должно допускать раздвижку на 20-30 мм для установки на сварном стыке подкладного кольца. Обрезанный конец трубы проверяют на перпендикулярность к оси трубы угольником. При сборке стыкуемые концы зачищают внутри и снаружи до металлического блеска на ширину 20 мм.

Трубы из легированной стали должны поставляться в термообработанном состоянии. Каждая легированная труба проверяется стилоסקопом на присутствие легирующих элементов независимо от наличия сертификата и маркировки.

Перед сваркой необходимо проверить разностенность, отклонение диаметра и кривизну, овальность, а также отсутствие трещин, закатов, плен и т.д.

Сварочные работы необходимо выполнять по технологии специализированной организации [3].

1.2 Заключение

Износ различных частей котла со временем приводит к его выводу из строя. В следствии этого возникает необходимость в проведении мероприятия

по ремонту как самого котла, так и отдельных его элементов. Основываясь на оценке износа оборудования, определяется какой вид ремонта необходим. При значительных повреждениях выполняется капитальный ремонт котла. Технология выполнения данного вида работ будет описана ниже.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Паровой котел Е-1,0-0,9 (КЛ-1,0-9) (далее котел) предназначен для получения насыщенного пара до 1,0 т/ч абсолютным давлением до 0,9 МПа (9 кг/см²), используемого в системах теплоснабжения, а также для технологических целей.

Котел оборудован топкой для сжигания природного газа низкого давления ГОСТ 5542 либо мазута марок 40, 100 ГОСТ 10585 или другого жидкого топлива с условной вязкостью не более 6-16 ВУ при температуре 80° С.

Котел паровой представляет собой конструкцию, основными элементами которой являются система трубная, рама опорная и каркас с изоляцией.

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

В связи с тем, что котел в соответствии со списком групп технических устройств опасных производственных объектов, ремонт которых осуществляется аттестованными сварщиками с применением аттестованных сварочных материалов, сварочного оборудования и технологий сварки относится к группе технических устройств регламентированных Ростехнадзором, подведомственным НАКС [4] Котельное оборудование (КО). Паровые котлы с давлением пара более 0,07 МПа и водогрейные котлы с температурой воды выше 115°С (Утвержден решением НТС НАКС протокол №17 от 20.03.2007 г) выполнение работ должно выполняться согласно РД 153-34.1-003-01 «Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования».

Ремонт котлов, а также контроль качества металла и сварных соединений этих изделий должны выполняться предприятиями (организациями), имеющими

лицензию (разрешение) соответствующего надзорного органа на выполнение таких работ.

Предприятие, выполняющее сварку изделий, на которые распространяются правила Госгортехнадзора России, должно иметь разрешение Госгортехнадзора России на применение конкретной технологии сварки, используемой на данном предприятии. Такое разрешение выдается на основании результатов производственной аттестации технологии сварки, выполненной предприятием в соответствии с требованиями ПБ 03-164-97 [5].

Технические условия изготовления сварной конструкции предусматривают технические условия на основные материалы, сварочные материалы, а также требования, предъявляемые к заготовкам под сборку и сварку, к сварке и к контролю качества сварки.

2.2.1 Требования к подготовке кромок

При подготовке стыковых соединений труб для сварки необходимо проверить их соответствие чертежам и требованиям НТД. Отклонение плоскости реза от угольника (размер «е» на рисунке 2.1.) должно быть не выше значений (по ОСТ 24.125.60-89 и ОСТ 108.030.40-79) [5].

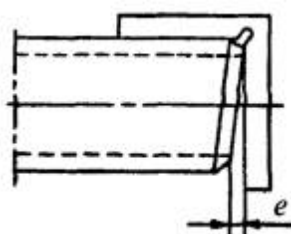


Рисунок 2.1 – Схема проверки перпендикулярности торцов труб [5]

Следует также проверить [5]:

- соответствие формы, размеров и качества подготовки кромок (в том числе расточки под заданный внутренний диаметр, разделки для угловых и тавровых соединений) предъявляемым требованиям (обработку фасок под

сварку и размеры кромок проверяют специальными шаблонами);

- качество зачистки наружной и внутренней поверхностей концов труб (патрубков, штуцеров), а также их поверхностей в местах угловых и тавровых соединений.

Обработку кромок труб под сварку следует производить механическим способом (резцом, фрезой или абразивным кругом) с помощью труборезного станка либо шлифмашинки.

Шероховатость поверхности кромок труб, подготовленных для сварки, не должна превышать $Rz40$ [5].

2.2.2 Требования к сборке сварного соединения

При сборке стыков труб под сварку следует пользоваться центровочными приспособлениями, предпочтительно инвентарными, непривариваемыми к трубам.

Временные привариваемые технологические крепления, применяющиеся при сборке деталей или узлов (монтажных блоков), должны устанавливаться и привариваться в соответствии с требованиями ППР или другой производственной технологической документации (ПТД).

Непосредственно перед сборкой изготовленные под сварку кромки и прилегающие к ним участки поверхностей деталей должны быть зачищены до металлического блеска и обезжирены. Ширина зачищенных участков, считая от кромки разделки, должна быть не менее 20 мм с наружной и не менее 10 мм с внутренней стороны детали. Перед установкой штуцера (трубы) в коллектор или трубопровод поверхность вокруг отверстия должна быть зачищена на расстоянии 15-20 мм со стороны наложения сварного шва, а поверхность очка – на всю глубину.

Зазор и смещение кромок деталей, собранных под сварку, должны соответствовать требованиям таблицы 6.2 согласно РД 153-34.1-003-01 [5].

Перед прихваткой и началом сварки качество сборки стыка должен проверить сварщик.

При контроле качества сборки стыков паропроводов с рабочей температурой 450 °С и выше необходимо проверить наличие заводских номеров (номер плавки и номер трубы) в маркировке труб [5].

2.2.3 Требования к сварке при прихватке

Собранные стыки труб и других элементов необходимо прихватывать в нескольких местах. Прихватки на месте пересечения швов не допускаются.

Прихваточные швы рекомендуется выполнять тем же способом сварки, что и сам шов. При прихватке должен применяться тот же присадочный материал, который будет использоваться (или может быть использован) для сварки корневого слоя. Прихватку должен производить сварщик, допущенный к сварке стыков труб соответствующей марки, стали, по возможности тот, который будет сваривать данный стык.

Прихватки необходимо выполнять с полным проваром и по возможности переваривать при наложении основного шва.

К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, обнаруженные при визуальном контроле, следует удалять механическим способом.

Прихваточные швы должны быть равномерно расположены по периметру стыка. Не рекомендуется накладывать прихватки на потолочный участок стыка.

В стыках, собираемых без подкладных колец, число прихваток и их протяженность зависят от диаметра труб. Число прихваток по периметру 1 штук. Протяженность одной прихватки 5-20 мм.

Высота прихваток должна быть равна при их выполнении ручной дуговой сваркой на стыках труб с толщиной стенки $S=2,5$ мм толщине стенки трубы [5].

2.2.4 Подогрев стыков при прихватке и сварке

Температура подогрева стыков труб перед прихваткой и сваркой дуговыми способами при положительной температуре окружающего воздуха 100-150 °С.

Подогревать стык можно индукторами (током промышленной или средней частоты), радиационными нагревателями сопротивления, газовым пламенем, обеспечивая нагрев стыка по всему периметру.

Ширина зоны подогрева угловых и нахлесточных соединений - 50-75 мм в каждую сторону от будущего шва.

Стыки труб с толщиной стенки 2,5 мм разрешается нагревать газовым пламенем.

Температуру подогрева можно контролировать с помощью термопар (ТП), цифровых контактных термометров (ТК-3М, ТК-5 и др.), пирометров, термокарандашей, термокрасок.

При положительной температуре окружающего воздуха температуру подогрева стыка разрешается контролировать с помощью спички: ее воспламенение (без трения о поверхность металла) происходит при температуре металла около 270 °С [5].

2.2.5 Требования к сварке

К сварочным работам при ремонте элементов котлов могут быть допущены сварщики, аттестованные на I уровень профессиональной подготовки в соответствии с ПБ 03-273-99 и имеющие аттестационное удостоверение, в котором указывается, к каким видам работ допущен сварщик (способ сварки, наименование изделий, группа сталей, положение шва в пространстве).

Квалификационный разряд присваивается сварщику в соответствии с «Единым тарифноквалификационным справочником работ и профессий рабочих» вып. 2, часть 1, М., 2000 (приложение к постановлению Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 15.11.99 № 45) независимо от аттестации сварщика на I уровень согласно Правилам ПБ 03-273-99.

Сварщики всех специальностей и квалификаций, кроме газосварщиков, должны иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже II. Кроме того, все сварщики должны сдать испытания на знание противопожарных мероприятий и требований по безопасности труда м.

Сварку стыков труб рекомендуется начинать сразу после прихватки. Промежуток времени между окончанием выполнения прихваток и началом сварки стыков труб из низколегированных теплоустойчивых сталей перлитного класса, а также мартенситного и мартенситно-ферритного классов должен быть не более 4 ч. Непосредственно перед сваркой необходимо проверить состояние поверхности стыка и в случае необходимости зачистить его в соответствии с указаниями п. 6.2.4 РД 153-34.1-003-01 [5].

Стыки труб (деталей) следует сваривать без перерыва.

При вынужденных перерывах в работе (авария, отключение тока) необходимо обеспечить медленное и равномерное охлаждение стыка любыми доступными средствами (например, обкладкой листовым асбестом), а при возобновлении сварки следует подогреть стык (если это требуется) до температуры 100-150 °С. Эту температуру нужно поддерживать до окончания сварки.

Не допускается никаких силовых воздействий на стык до завершения его сварки и проведения термообработки, если таковая необходима [5].

Ручную дуговую сварку следует выполнять возможно короткой дугой, особенно при использовании электродов с основным покрытием, для которых длина дуги должна быть не более диаметра электрода. В процессе сварки необходимо как можно реже обрывать дугу. Перед гашением дуги сварщик

должен заполнить кратер путем постепенного отвода электрода и вывода дуги назад на 15-20 мм на только что наложенный шов. Последующее зажигание дуги производится на кромке трубы или на металле шва на расстоянии 20-25 мм от кратера.

При ручной дуговой сварке во избежание зашлаковки металла шва около кромок труб следует наплавлять возможно более плоский валик.

В процессе сварки должны быть обеспечены полный провар корня шва и заделка кратера. По окончании наплавки каждого валика необходимо полностью удалить шлак после его охлаждения (потемнения). При обнаружении на поверхности шва дефектов (трещин, скоплений пор и т.п.) дефектное место следует удалить механическим способом до «здорового» металла и при необходимости заварить вновь [5].

2.2.6 Требования к контролю

В процессе ремонта трубопроводов и трубных систем котлов необходимо осуществлять систематический контроль качества сварочных работ и сварных соединений – предварительный контроль (включая входной контроль), операционный контроль и приемочный контроль сварных соединений.

Требования к методам, объемам и объектам предварительного контроля, включающего проверку аттестации персонала, проверку оборудования и аппаратуры, контроль основных и сварочных материалов, а также требования к операционному контролю сборочно-сварочных работ, изложены в соответствующих разделах РД 153-34.1-003-01 [6].

К руководству и проведению работ по контролю привлекаются специалисты, аттестованные в соответствии с действующими Правилами аттестации специалистов неразрушающего контроля Госгортехнадзора России.

Контроль качества сварных соединений трубопроводов, на которые не распространяются правила Госгортехнадзора России, должен осуществляться с

помощью визуального и измерительного, ультразвукового или радиографического контроля и механических испытаний, если другие методы контроля не оговорены соответствующими СНиП, чертежами или техническими условиями на изготовление и монтаж этих трубопроводов.

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится [5]:

- ВИК в объеме 100 %;
- ультразвуковой контроль в объеме 100 %.
- гидравлические испытания.

Визуальному контролю подвергаются все законченные сварные соединения независимо от марки стали, типа сварного соединения, назначения и условий работы, включая сварные соединения, не работающие под давлением (приварка к трубам шипов, плавников и деталей газоплотных панелей, элементов опор, подвесок и др.).

Перед визуальным контролем сварные швы и прилегающая к ним поверхность основного металла шириной не менее 20 мм (по обе стороны шва) должны быть очищены от шлака, брызг расплавленного металла, окалины и других загрязнений.

Визуальный контроль производится невооруженным глазом или с помощью лупы 4-7- кратного увеличения для участков, требующих уточнения характеристик обнаруженных дефектов, с применением, при необходимости, переносного источника света.

Ультразвуковой контроль.

Для обнаружения возможных внутренних дефектов сварные соединения подлежат ультразвуковой дефектоскопии.

Применение других физических методов контроля, модернизированных или автоматизированных вариантов существующих, а также замену одного метода другим либо их сочетанием разрешается производить по инструкции, согласованной с Госгортехнадзором России.

Отступления от предусмотренного объема ультразвукового контроля сварных соединений при ремонтных работах могут быть допущены в случае технической невозможности проведения контроля. В таких случаях допускается либо уменьшить объем ультразвукового, либо заменить этот вид контроля послойным визуальным контролем в процессе сварки с фиксацией результатов в специальном журнале и контролем готового сварного соединения магнитопорошковой или капиллярной дефектоскопией или методом травления.

Ультразвуковой контроль кольцевых сварных соединений при 100 %- ном контроле проводится по всему периметру стыка. Сварные соединения труб поверхностей нагрева при недоступности контроля по всему периметру могут контролироваться на длине не менее 50 % периметра стыка.

Гидравлические испытания.

Все сварные соединения котлов и трубопроводов пара и горячей воды, на которые распространяются правила Госгортехнадзора России, проверяют на прочность и плотность гидравлическим испытанием. Пробное давление, технология проведения и оценка результатов гидравлического испытания устанавливаются соответствующими правилами Госгортехнадзора России.

Сварные соединения газопроводов проверяют гидравлическим (или пневматическим) испытанием в соответствии с требованиями СНиП 3.05.02-88* [5].

Сварные соединения технологических трубопроводов, на которые распространяются ПБ 03-108-96, проверяют гидравлическим или пневматическим испытанием в соответствии с требованиями РД 153-34.1-003-01 [5].

Результаты гидравлического испытания считаются удовлетворительными, если манометр не показывает падение давления, а в сварных швах не обнаружено течи, «слезок» и «потения» и изделие не получило видимых остаточных деформаций [5].

2.3 Методы и средства проектирования

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов. Методы проектирования, применяемые в выпускной квалификационной работе:

Расчетным методом рассчитываются технологические режимы, элементы распорки, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция, экономическая часть. Расчеты производятся в программе *MathCad 14*. Данная программа выпускается компанией *PTC* [7].

Для создания чертежей в электронном виде существуют программы различных разработчиков. К ним относятся следующие программы: *SprutCAM* компании СПРУТ-технология [8], *AutoCAD* от компании *Autodesk* [9] и *SOLIDWORKS* компании *SolidWorks Corporation* [10]. Для построения чертежей выбираем программу Компас-3D V17 компании АСКОН [11], так как эта программа давно известна на российском рынке, удобна в использовании и имеет в наличии все необходимые по ГОСТу таблицы для оформления чертежей.

2.4 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологии капитального ремонта котла Е 1,0-0,9М.

Задачами данного выпускной квалификационной работы является: расчет режимов сварки, подбор сварочного оборудования, нормировка ремонтного производства по разделам.

При выполнении выпускной квалификационной работы необходимо обеспечить качество, технологичность и экономичность процесса ремонта котла при оптимальном уровне механизации и автоматизации производства.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Котел Е 1,0-0,9М – это цельносварная конструкция из элементов листового и трубного проката изготовленный из стали 09Г2С.

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) [12]

<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 [12]

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

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

процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [13].

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [14]:

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

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

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [14]:

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

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:

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

Сталь 09Г2С – углеродистая ГОСТ 30564-98 [12]. Эта сталь относится к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [15]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

В связи с тем, что ремонт котла относится к ОТО по классификации НАКС: КО – Котельное оборудование: «Паровые котлы с давлением пара более 0,07 МПа и водогрейные котлы с температурой воды выше 115°C» то вид сварки нужно выбирать согласно нормативному документу: РД 153-34.1-003-01 «Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования».

Для сварочных работ с котельным оборудованием допустимы следующие способы сварки: ручная аргонодуговая сварка плавящимся электродом, ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом, автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом неповоротных стыков труб, газовая (ацетилено-кислородная) сварка, механизированная сварка в углекислом газе плавящимся электродом, автоматическая сварка под флюсом [5]. Выбирается ручная дуговая сварка, так как при ремонте котла (основываясь на опыте ремонта котлов) приходится выполнять такие швы, доступ к которым оборудованием для других способов сварки невозможен.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

При выборе сварочных электродов следует учитывать химический состав свариваемых сталей, химический состав прутка должен быть близким к химическому составу стали. Для ручной дуговой сварки принимаем электроды с покрытием основного типа *Basic ONE* ГОСТ 9467-75 диаметром 2,5 миллиметра компании *Lincoln Electric*. Химический состав и механические свойства наплавленного металла шва электродами *Basic ONE* ГОСТ 9467-75 показаны в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав наплавленного металла шва [16]

$C, \%$	$Si, \%$	$Mn \%$	$S, \%$	$P, \%$
до 0,10	0,2-0,6	1,0-1,6	до 0,025	до 0,025

Таблица 3.4 – Механические свойства наплавленного металла шва [16]

$\sigma_T, \text{МПа}$	$\sigma_B, \text{МПа}$	$\delta, \%$	Ударная вязкость $KCU, \text{Дж/см}^2$			$KV, \text{Дж}$
			+20° С	-20° С	-40° С	-40° С
420	520	22	127	60	40	47

Особенности.

Отсутствие образования трещин при сварке сталей с содержанием углерода до 0,4%. Эффективность наплавки 120%. Высокие сварочно-технологические характеристики, в т.ч. в сложных пространственных положениях. Высокие показатели ударной вязкости при низких температурах до -40°С. Подходит для формирования промежуточных слоев на сталях с высоким содержанием углерода [16].

3.2 Расчёт технологических режимов

Параметрами режима ручной дуговой сварки являются [13]:

- 1) Диаметр покрытых электродов $d_э$;
- 2) Сварочный ток I_c ;
- 3) Напряжение сварки U_c ;
- 4) Количество проходов n_n ;
- 5) Скорость сварки V_c .

Рассчитаем нестандартные сварные швы №1 и 2. Толщина свариваемого металла $\delta=2,5$ мм.

Положение шва при сварке – нижнее. Тип шва по форме – нестандартный, по количеству проходов – однопроводный.

Расчет диаметра электрода $d_э$ производят по формуле [13]:

$$d_э = h_p^{0,7} + K_d^{\text{ПШ}}, \quad (3.2)$$

где h_p – расчетная глубина проплавления, принимаем согласно рекомендациям [13]:

$$h_p = K \leq 1,2 \times S = 1,2 \times 2,5 = 1,75 \text{ мм}, \quad (3.3)$$

$K_d^{\text{ПШ}}$ – коэффициент, учитывающий влияние положения шва, при сварке в нижнем положении принимаем $K_d^{\text{ПШ}} = 1$.

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

принимаем $d_э = 2,5$ мм.

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

Сварочный ток I_c рассчитываем по формуле [13]:

$$I_c = K_I^{\text{ТП}} \times K_I^{\text{ПШ}} \times d_э^{1,4} \quad (3.4)$$

где $K_I^{\text{ТП}}$ – коэффициент влияния типа покрытия согласно [13], при основном типе покрытия $K_I^{\text{ТП}} = 20 \pm 3$;

$K_I^{\text{ПШ}}$ – коэффициент положения шва, согласно [13], при сварке в нижнем положении принимаем $K_I^{\text{ПШ}} = 1$.

$$I_c = (20 \pm 3) \times 1 \times 2,5^{1,4} = 61 \dots 83 \text{ А.}$$

Напряжение сварки для электродов основного типа рассчитываем по формуле [13]:

$$U_c = 12 + 0,36 \times \frac{I_c}{d_э}, \quad (3.5)$$

$$U_c = 12 + 0,36 \times \frac{61 \dots 83}{4} = 20,8 \dots 23,9 \text{ В.}$$

Скорость сварки $V_{св}$ находим по формуле [13]:

$$V_c = \frac{\alpha_H \times I_c}{\rho \times F}, \quad (3.6)$$

где α_H – коэффициент наплавки, для электродов *Basic ONE* согласно [16]

$\alpha_H = 8-9 \text{ г/А} \times \text{с}$;

ρ – плотность (7,85 г/ мм³);

F – площадь шва.

Рассчитаем площадь шва по формуле:

$$F_{но} = K_3 \times \frac{K}{\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)} \times g + \frac{K^2}{2} = 0,7 \times \frac{2,5}{\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)} \times 0,6 + \frac{2,5^2}{2} = 6,3 \text{ мм}^2, \quad (3.7)$$

$$V_c = \frac{9 \times (61...83)}{7,85 \times 38,3} = 11,2...15,1 \text{ мм/с} = 40...55 \text{ м/ч.}$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 – Параметры режимов ручной дуговой сварки

Толщина металла, мм.	Диаметр электрода, мм.	Сварочный ток, А	Напряжение, В.	Скорость сварки, м/ч.	$n_{пр}$
2,5	2,5	61...83	20,8...23,9	40...55	1

3.3 Выбор основного оборудования

Для выполнения сварочных работ необходимо надежное сварочное оборудование. Рассмотрим несколько аппаратов, представленных на отечественном рынке сварочного оборудования. Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для ручной дуговой сварки. Для данного вида сварки нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки $I_c = 61...83 \text{ А}$, напряжение сварки $U = 20,8...23,9 \text{ В}$. Так же сварочный аппарат должен иметь аттестацию НАКС.

Рассмотрим следующие аппараты:

Сварочный инвертор *MICORSTICK 200*.

Полно-резонансный сварочный инвертор с возможностью использования *CEL* в автоматическом режиме определяет, подаётся ли питание в виде переменного (сеть или генератор) или постоянного (аккумулятор) тока, и превращает этот ток в равномерную и мощную сварочную дугу. Если на месте проведения работ нет электросети или генератора, тогда благодаря технологии *All-In* можно осуществлять сварку с помощью аккумуляторного блока *MobilePower*. Благодаря этому компактному и надёжному аппарату можно осуществлять сварку электродами с применением технологии *MicorBoost* при максимальных сварочных характеристиках.

Запатентованная технология *MICOR* способствует образованию практически идеальной сварочной характеристики в инверторах и действует как турбокомпрессор в легковом автомобиле: из минимального пространства вырабатывается максимум мощности. Даже в чрезвычайно компактных установках видно явное преимущество по мощности. Как только происходит снижение тока из-за внешних помех, активируются более мощные запасы напряжения. Результатом этого является идеальная сварка электродом, включая специальные электроды и электроды с целлюлозным покрытием.

Лесное хозяйство, горное дело, строительство дорог, мостов или тоннелей, канализация или судоходство, создание парапетов, техническое обслуживание или строительство трубопроводов – возможности применения *MicorStick* и *MobilePower* практически безграничны. Максимальная эффективность сварки там, где она действительно необходима. Независимость от сети и убедительная мощность [17].

Преимущества.

Полная независимость благодаря технологии *All-In* для работы от сети, генератора или аккумулятора.

Оптимальный характер сварки в том числе и при использовании удлинителей или колебаниях напряжения в сети

Инвертор для ручной дуговой сварки (*MMA*).

Возможность использования *CEL*, полно-резонансный сварочный инвертор с технологией *MicorBoost*, предварительный выбор электрода и функция *TIG* с *ContacTIG* с проводами длиной до 200 м и при работе от генератора.

Серия *Lorch MicorStick* оптимальна для ручной дуговой сварки - электродами с основным, рутиловым и специальным покрытием. Кроме того, эти аппараты предлагают высокую продолжительность включения и значительные резервы мощности.

Автоматический адаптивный горячий старт обеспечивает отличный поджиг дуги.

Система «*Anti-Stick*». Данная система надёжно предотвращает прилипание электрода.

Автоматическое регулирование давления дуги *Arc-Force*.

Такая регулировка обеспечивает повышенную устойчивость сварочной дуги и оптимизированный перенос материала в процессе сварки.

При работе от генератора и с проводами длиной до 200 метров зажигание *Lorch MicorStick* отличается надёжностью и стабильностью.

Защита от выхода из строя при падении с высоты до 80 см

Таким образом, если однажды аппарат *MicorStick* выпадет из рук или с верстака, можно без проблем продолжить свою работу.

Современная силовая электроника и функции режима ожидания для вентилятора аппарат *Lorch MicorStick* обеспечивают высокий КПД и низкое энергопотребление.

Благодаря регулирующей технике и простому управлению *MicorStick* обеспечивает выдающиеся результаты сварки с малым образованием брызг.

Небольшой вес и компактные размеры превращают аппарат *Lorch MicorStick* в один из самых мобильных аппаратов. С монтажным чемоданом и сварочный аппарат, и сварочные принадлежности всегда будут под рукой и в сохранности.

Благодаря классу защиты *IP23* и знаку *S* оптимально подходит для монтажных работ [17].

Технические характеристики сварочного инвертора *MICORSTICK 200* приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Технические характеристики сварочного инвертора *MICORSTICK 200* [17]

Параметр	Значение
Вид сварки	MMA/TIG
Диаметр электрода (max), А	1,5-3,2
Сварочный ток (max), А	10-200
ПВ при МАХ токе (40°С),%	30
Сварочный ток при ПВ 60% (40°С), А	150
Напряжение сети, В	3~400
Габаритные размеры, мм	360x130x215
Масса, кг	6,3

Сварочный аппарат *Miller CST 282* с терминалами *Dinse (International)*.

Miller CST 282 с терминалами *Dinse (International)* – это портативный сварочный аппарат для ручной дуговой и аргонодуговой сварки на 280 А, разработанный для строительной отрасли.

CST 282 весит менее 16 кг. Его выходная мощность 280 ампер идеальна для электродов диаметром до 5 мм или 3/16 дюйма и для *TIG* сварки на постоянном токе. Технология *Auto-Line* позволяет *CST 282* работать от одной или трехфазной сети от 230 до 575 В без необходимости ручного переключения. Он обладает превосходными характеристиками сварочной дуги и имеет специальные настройки для оптимизации производительности при использовании электродов *XX10* и *XX18*.

Применение [18]:

- строительная инфраструктура;
- судостроение;
- техническое обслуживание и ремонт с высокой степенью чистоты;
- техническое обслуживание и ремонт в полевых условиях;
- изготовление / строительство трубопровода.

Особенности:

Простое управление с помощью ручки выбора процесса, которая автоматически устанавливает правильную настройку аппарата на электродах типа *E6010* и *E7018*, обеспечивая превосходную производительность.

Режим *Lift-Arc*™ *start* обеспечивает запуск дуги без использования высокочастотного поджига.

Совместим с беспроводными пультами дистанционного управления. Повышение производительности, устранение путаницы проводов в рабочей зоне. Увеличьте диапазон рабочей зоны сварщика без добавления удлинителей шнура.

Дистанционное управление силой тока обеспечивается через 14-контактный разъем на передней панели машины. Это позволяет использовать стандартные устройства контроля силы тока при *TIG* сварке.

Доступны разъемы в стиле *Tweco* или *Dinse*. Разъемы *Dinse* включены в поставку, разъемы *Tweco* приобретаются отдельно.

Adaptive Hot Start™ для ручной дуговой сварки, автоматически увеличивает выходную силу тока в начале сварки, если этого требует пуск, предотвращает прилипание электрода и образование включений [18].

Технические характеристики сварочного аппарата *Miller CST 282* с терминалами *Dinse (International)* приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Технические характеристики сварочного аппарата *Miller CST 282* с терминалами *Dinse (International)* [18]

Параметр	Значение
Питание источника	1 фаза (220 В)
Питание источника	3 фазы (380 В)
Диапазон сварочного тока, А	5-280
Сила тока (А) при ПВ 100%	200
Номинальный режим	280 А, 35% ПВ
Входная частота тока, Гц	50/60
Свариваемый металл	нержавеющая сталь
Свариваемый металл	сталь
Технологический процесс	Ручная дуговая сварка <i>Stick DC</i>
Технологический процесс	Ручная аргоно-дуговая сварка <i>TIG DC</i>
Вес, нетто, кг	15,7

Сварочный инвертор *SMART ARC 220*.

Инверторный сварочный аппарат *SMART ARC 220 (Z28403)* предназначен для ручной дуговой сварки, наплавки покрытыми электродами и аргонодуговой сварки.

REAL SMART ARC 220 (Z28403) – доступная по цене модель с уникальным функционалом. Аппарат прост в применении, достаточно надежен в процессе эксплуатации, подходит как для «новичков», так и для опытных сварщиков.

Аппарат *REAL SMART MMA 220* может работать, как в ручном, так и в синергетическом режиме. Режим *Synergy MMA* позволяет сварщику сконцентрироваться на процессе сварки, а не подборе характеристик – это новый этап развития сварочной техники. В этом режиме любой сварщик будет работать в наиболее подходящих для этого настройках, которые установятся автоматически. Это важно тем, кто не хочет тратить время на подбор режима сварки и доверяется профессиональной технике.

Технические характеристики сварочного аппарата *SMART ARC 220* приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Технические характеристики сварочного аппарата *SMART ARC 220* [19]

Параметр	Значение
Напряжение питающей сети, В	130-270
Частота питающей сети, Гц	50
Потребляемый ток, А	37,4
Потребляемая мощность <i>ММА</i> , кВА	8,2
Потребляемая мощность <i>TIG</i> , кВА	5,2
Сварочный ток <i>ММА</i> , А	20-220
Сварочный ток <i>TIG</i> IG, А	20-220
Рабочее напряжение <i>ММА</i> , В	20,8-27,2
Рабочее напряжение <i>TIG</i> , В	10,8-17,2
Напряжение холостого хода <i>ММА</i> , В	81
Напряжение холостого хода <i>ММА (VRD)</i> , В	14
Напряжение холостого хода <i>TIG</i> , В	14
ПН (40°C)	60%
Сварочный ток <i>ММА</i> (ПН 100%), А	180
Сварочный ток <i>TIG</i> (ПН 100%), А	180
Коэффициент мощности	0,7
КПД	85%
Диаметр электрода <i>ММА</i> , мм	2,0-5,0
Диаметр электрода <i>TIG</i> , мм	1,6-3,2
Класс изоляции	<i>F</i>
Класс защиты	<i>IP 21S</i>
Габариты, мм	380×120×212
Вес, кг	4,2

Синергетические настройки в режиме *ММА* позволяют быстро и оптимально настроить режим сварки. В режиме *Synergy ММА*, в зависимости от выбранного диаметра электрода, сила сварочного тока находится в оптимальном диапазоне, функции «Форсаж дуги» и «Горячий старт» подстраиваются автоматически. Данный режим позволяет быстро и оптимально настроить процесс сварки [19].

Ключевые особенности [19]:

- режим *Synergy* для *ММА* сварки;
- автоматические функции: горячий старт и форсаж дуги для режима *Synergy*;
- регулируемые функции: горячий старт и форсаж дуги в ручном режиме;
- индикация и предустановка параметров сварки;
- динамическая шкала параметров;
- отключаемый *Antistick* и *VRD*;
- устойчивая работа при напряжении сети от 130 В;
- уверенная сварка электродом до 5.0 мм;
- уникальный дизайн.

Из перечисленного выше оборудования выбираем сварочный аппарат *SMART ARC 220* так как он имеет (по сравнению с другими рассмотренными аппаратами) относительно небольшую массу, обеспечивает необходимые режимы сварки и оснащен инверторным источником питания, производится в России.

Для подогрева металла в месте сварки применяется горелка Сварог ГЗУ 4 45 [20].

Описание: тип: инжекторная, количество сопел: 1, газ: пропан, назначение: сварка, пайка, наплавка, исполнение: вентильное, максимальная толщина свариваемого материала: 7 мм, минимальная толщина свариваемого материала: 3 мм.

3.4 Выбор оснастки

Оснастка технологическая – это совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок и инструмента, выполнения сборочных операций, деталей или изделий. Использование оснастки позволяет осуществить дополнительную или специальную обработку и/или доработку выпускаемых изделий.

При ремонте котла Е 1,0-0,9 Р требуется обеспечить фиксацию барабанов при срезании соединяющих их труб. Существующие стандартные сборочно-сварочные приспособления: прижимы, упоры, струбины, фиксаторы, кантователи, сварочные столы, не способны обеспечить фиксации барабанов. Поэтому для этой операции внедряются технологические распорки, которые будут рассчитаны и описаны в четвертой главе. Распорки представлены на чертеже ФЮРА.000001.173.00.000 СБ. Спецификация чертежа технологических распорок приведена в приложении В.

3.5 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

Обеспечение высокого качества сварочных работ – наиболее важная проблема в области сварки.

Процессы сварочного производства обычно являются окончательными, позволяющими получать изделия, готовые к эксплуатации, поэтому анализ дефектов сварных соединений имеет особое значение.

Дефекты сварных соединений можно разделить на три группы: наружные, внутренние и сквозные.

К наружным дефектам относятся подрезы, наплывы, смещения швов от оси, усадочные раковины, незаплавленные кратеры и трещины.

Внутренними дефектами являются непровары, трещины, шлаковые, оксидные и металлические включения, пористость.

К сквозным дефектам относятся сквозные трещины, прожоги и свищи.

При слишком большой погонной энергии при сварке могут возникнуть перегрев и пережог металла, что существенно ухудшает механические характеристики сварного соединения.

Наиболее опасными дефектами сварных соединений являются трещины. Они могут возникать как в металле шва, так и в околошовной зоне. Причиной появления трещин чаще всего является несоблюдение технологии и режимов сварки. Появление трещин может привести к быстрому разрушению конструкции, особенно при динамических нагрузках [21].

При ремонте котла Е-1,0-0,9 (КЛ-1,0-9) регламентируется применение следующих способов НК: визуальный измерительный контроль сварных швов, ультразвуковой контроль, гидравлические испытания [5].

3.5.1 Визуальный и измерительный контроль сварных соединений

Визуальный и измерительный контроль сварных швов необходимо проводить после очистки швов и прилегающих к ним поверхностей основного металла от шлака, брызг и других загрязнений.

Обязательному визуальному и измерительному контролю подлежат все сварные швы в соответствии с ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением» для выявления дефектов, выходящих на поверхность шва и не допустимых в соответствии с требованиями настоящего стандарта, «СТО 9701105632-003-2021. Инструкция по визуальному и измерительному контролю», ГОСТ 8.051-81 «Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм».

Визуальный и измерительный контроль следует проводить в доступных местах с двух сторон по всей протяженности шва [22].

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений (сокращенно ВИК) – это метод контроля качества, выполняемый с помощью визуального осмотра либо с применением простейших измерительных инструментов. С помощью визуального осмотра выявляются крупные дефекты, а с помощью инструментов выявляются мелкие дефекты, сразу незаметные глазу.

Сначала выполняется визуальный контроль. Контролер внимательно осматривает шов на наличие поверхностных дефектов. Когда осмотр закончен, проверяется характер, размер дефекта и процент его отклонения от нормы. Далее проводят измерительный контроль сварных швов, измеряя его геометрические параметры, ширину, высоту, катет. Используют штангенциркуль, линейку, различные шаблоны.

Недопустимыми дефектами, выявленными при визуальном контроле сварных соединений, являются: трещины всех видов и направлений; непровары (несплавления) между основным металлом и швом, а также между валиками шва; наплывы (натеки) и брызги металла; незаваренные кратеры-свищи; прожоги; скопления включений.

Нормы на допустимые дефекты приведены в таблице 18.2 РД 153-34.1-003-01 [5].

Измерительный контроль сварных соединений (определение размеров швов, смещения кромок, переломов осей, углублений между валиками, чешуйчатости поверхности швов и др.) следует выполнять в местах, где допустимость этих показателей вызывает сомнения при визуальном контроле, если в ПТД нет других указаний.

Размеры и форма шва проверяются с помощью шаблонов, размеры дефекта – с помощью измерительных инструментов. Для проведения ВИК используем комплект ВИК "Базовый" [23].

3.5.2 Ультразвуковой контроль

Во время очистки и разборки котла детали его подвергают визуальному контролю невооруженным глазом и с помощью оптических средств, указанных в п. 2.1 [24]. При этом выявляют крупные трещины, надрывы, отдулины, выпучины на внутренней поверхности элементов котла, а также всевозможные нарушения плотности и прочности сварных соединений.

Шероховатость поверхности изделия со стороны ввода ультразвуковых колебаний должна быть не более 40 мкм по ГОСТ 2789-73.

Контроль сварных соединений.

Рабочую настройку ультразвукового дефектоскопа для контроля сварных соединений толщиной менее 20 мм проводят по стандартному эталону СО-1 ГОСТ 14782-86 и испытательным образцам (п. 2.8) [24].

Ультразвуковой преобразователь с углом призмы 40-50° и рабочей частотой 2,5 МГц устанавливают на поверхность образца, с предварительно нанесенной контактной жидкостью.

Чувствительность настраивают по угловому отражателю (зарубке), выполненному на внешней поверхности испытательного образца.

Добиваются на экране дефектоскопа максимальной амплитуды импульса от контрольного дефекта в виде зарубки, затем ручками "Чувствительность" и "Ослабление" доводят амплитуду импульса до 2/3 высоты экрана дефектоскопа. Мешающие сигналы при этом убирают с помощью ручки "Отсечка шумов".

Зону автоматического сигнализатора дефектов (АСД) устанавливают таким образом, чтобы ее начало находилось рядом с зондирующим импульсом, а конец - рядом с импульсом от контрольного дефекта.

Зондирующий импульс должен быть вне зоны действия АСД.

Настраивают чувствительность АСД так, чтобы он срабатывал при величине эхо-сигнала от контрольного дефекта, равной 2/3 высоты экрана

дефектоскопа. Таким образом, устанавливают чувствительность оценки при контроле сварных швов.

Проводят повторный поиск контрольного отражателя на стандартном образце и при надежном его выявлении переходят к контролю сварных швов на деталях котла.

Ультразвуковой преобразователь устанавливают на сварные швы контролируемых деталей. Контроль швов ведется последовательно с двух сторон усиления шва. Искатель перемещается зигзагообразно вдоль шва (рисунок 4 [24]).

Перемещение искателя в продольном направлении шва должно быть в пределах 2-5 мм, при этом с помощью переключателя "Ослабление" повышают чувствительность дефектоскопа на 3-5 дБ. по сравнению с чувствительностью оценки и ведут поиск дефектов, следя за срабатыванием АСД.

При срабатывании АСД дефектоскоп из режима поисковой чувствительности переводят в режим чувствительности оценки (п.п. 4.3.4-4.3.6 [24]) и определяют:

- местонахождение дефекта;
- максимальную амплитуду эхо-сигнала;
- условную протяженность дефекта.

При контроле сварных соединений методом УЗК детали котлов отбраковывают в следующих случаях:

- если амплитуда эхо-импульса дефекта равна по высоте амплитуде эхо-импульса от искусственного дефекта или превышает ее;
- если обнаруженный на "поисковой" чувствительности дефект является протяженным, т.е. если расстояние перемещения преобразователя-искателя между точками, соответствующими моментам исчезновения сигнала от дефекта, составляет более 20 мм.

Через 0,5 ч после начала контроля, а затем через каждые 1,5-2 ч работы проверяют настройку дефектоскопа по испытательному образцу, согласно п.п. 4.3.3-4.3.6 [24].

Схемы контроля сварных швов барабанов (нижнего и верхнего) приведены на рисунках 5,6 [24].

Для выполнения ультразвукового контроля применяется дефектоскоп ультразвуковой УД9812 [25].

Прибор УД9812 представляет собой ручной ультразвуковой дефектоскоп общего назначения, группа 3 по ГОСТ 23049-84. Прибор предназначен для неразрушающего контроля продукции на наличие дефектов типа нарушения сплошности и однородности материала в изделиях из металла и пластмасс.

Дефектоскоп УД9812 обеспечивает проведение неразрушающего контроля отливок, поковок, полуфабрикатов, готовых изделий, сварных соединений и т.д. в диапазоне размеров от 0,5мм до 6 м. Прибор производит измерение времени задержки ультразвуковых сигналов, координат дефектов, условных размеров дефектов и отношения амплитуд сигналов от них по ГОСТ 23049-84.

Электрический тракт прибора (генератор зондирующих импульсов и приемник) поддерживают работу с любыми согласованными ультразвуковыми пьезопреобразователями с частотой от 0,6 до 12 МГц. Прибор совместим с ультразвуковыми преобразователями зарубежного производства (фирм *Krautkramer*, *Panametrics*, *Sonatest* и др.).

Дефектоскоп снабжен калиброванным аттенюатором и прецизионным измерителем задержки сигналов. Это позволяет использовать его для измерения физических характеристик материалов – затухания и скоростей звука.

Дефектоскоп УД9812 создан на современной зарубежной элементной базе. Применение высоких технологий позволило резко сократить размеры и вес прибора и одновременно увеличить скорость обработки данных. Кроме того, в дефектоскопе реализован ряд новых технических идей.

Технические характеристики [25].

Методы ультразвукового контроля, реализуемые дефектоскопом – эхо-, эхо-теневой, зеркальный, зеркально-теневой.

Индикатор дефектоскопа – цветной матричный дисплей *TFT* 320x240 точек.

Диапазон прозвучивания изделий из стали эхо-методом – 1-6000 мм.

Диапазоны развертки дефектоскопа.

Диапазон длительности развертки – 3,6-2000 мкс.

Диапазон задержки развертки относительно зондирующего импульса – -2 - +1988 мкс.

Параметры зондирующих импульсов.

Амплитуда на нагрузке 50 Ом. – 250 В.

Длительность импульса 40-888 нс.

Дискретность регулировки длительности – 6,25 нс.

Полярность зондирующего импульса – отрицательная.

Параметры приемника.

Диапазоны частот – 0,6-12 МГц, 0,8-12 МГц, 1,2-12 МГц,
0,6-6,5 МГц, 0,8-6,5 МГц, 1,2-6,5 МГц.

Максимальная чувствительность в диапазоне частот – 150 мкВ.

Диапазон регулировки чувствительности – 80 дБ с шагом 0,5 дБ.

Приемник снабжен переключателем диапазонов максимальных воспринимаемых сигналов ± 1 В и ± 10 В. В диапазоне ± 10 В чувствительность приемника уменьшается на 20 ± 2 дБ.

Приемник выдает высокочастотный или детектированный сигнал.

Используется двухполупериодный амплитудный детектор.

3.5.3 Гидравлические испытания

Сварные соединения технологических трубопроводов, на которые распространяются ПБ 03-108-96, проверяют гидравлическим или пневматическим испытанием в соответствии с требованиями РД 153-34.1-003-01 [5].

3.6 Разработка технологической документации

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

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

Разработка технологических процессов включает [26]:

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

В результате должны быть достигнуты:

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

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

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать [26]:

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

Сначала котел поступает на ремонтный участок, где с ним производят следующие операции:

- 1) производится снятие обшивы котла (по бокам, сверху и сзади);
- 2) производится удаление асбеста и минеральной ваты;
- 3) производится вырезка труб, сначала вырезаются боковые трубы (они приварены вместе с пластинами чтобы было все газоплотно) затем вырезаются верхние трубы. В процессе вырезки труб на барабаны устанавливаются распорки, которые обеспечивают надежную фиксацию барабанов и предотвращают деформацию котла под собственным весом;
- 4) срезается задняя обшивка;
- 5) после этого котел кантуется набок чтобы было удобно срезать задние трубы, которые идут в сам барабан. Трубы срезаются по сектору с начала и до конца;
- 6) котел кантуется на другой бок и затем срезаются оставшиеся трубы (так называемые «очки», они находятся внутри барабана и коллектора);
- 7) далее котел переходит на зачистку коллекторов и барабана;

8) после зачистки самого котла выполняется установка новых труб в котел. С начала производится подгонка труб в барабане, потом устанавливаются боковые трубы (эти работы выполняются сварщиком совместно со слесарем). Перед установкой выполняется гибка труб на трубогибе, каждая труба подгоняется индивидуально. Сначала трубами заполняется один ряд, во время установки выполняется операция прихватка. Затем выполняется сварка двумя сварщиками, один варит в самом барабане другой обваривает трубы внутри и снаружи котла. варить. После окончания сварки выполняется кантовка котла на другой бок и повторяем монтаж и сварку труб. Потом привариваются газоплотные пластины.

9) далее выполняется установка новых асбестовых листов и листов из минеральной ваты.

10) выполняется монтаж обшивы, в обратной последовательности (если старая обшивка имеет износ, она заменяется на новую).

11) затем производится обмуровка новой топки.

Операционно-технологические карты ручной дуговой сварки кольцевых стыковых сварных соединений труб приведены в приложениях А и Б.

3.7 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование имеет большое значение, так как является основой всех расчетов при организации и планировании производства.

Каждый котел, после продолжительной эксплуатации приобретает индивидуальные особенности, у него возникают внутренние напряжения, приводящие к деформациям (изменениям геометрических параметров). Поэтому ремонт каждого котла является индивидуальным процессом. Теплонесущие

трубки имеют разный процент износа, в связи с чем и время на их вырезку разное. Каждую теплонесущую трубу необходимо индивидуально подгонять по месту установки. Иногда необходимо выполнять частичную или полную замену обшивы. В связи с этим невозможно точно определить время на выполнение ремонтных работ (для каждого котла продолжительность ремонта разная). Поэтому на выполнение ремонтных операций примем усредненное время, основанное на имеющемся опыте выполнения ремонта котлов. Возможно только точно посчитать время на сварку труб, так как известно количество труб, их диаметр (а значит и длина шва) и площадь наплавленного металла.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [27]:

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{н.ш-к}} \times L + t_{\text{в.и}}. \quad (3.8)$$

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

L – длина сварного шва по чертежу;

$t_{\text{в.и}}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва [27]:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (T_o + t_{\text{в.ш}}) \times \left(1 + \frac{a_{\text{обс.}} + a_{\text{отл.}} + a_{\text{п-з}}}{100} \right), \quad (3.9)$$

где, T_o – основное время сварки;

$t_{\text{в.ш}}$ – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва;

$a_{\text{обс.}}$, $a_{\text{отл.}}$, $a_{\text{п-з}}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно – заключительную работу, % к оперативному времени. Для ручной дуговой сварки сумма коэффициентов составляет 17% [27].

$$T_o = \frac{F_1 \times \gamma \times 60}{I_1 \times \alpha} + \frac{F_n \times \gamma \times 60}{I_n \times \alpha} \times n. \quad (3.10)$$

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

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n – коэффициент наплавки, г/(А×ч).

Рассчитаем норму времени ручной дуговой сварки ремонта котла.

Исходные данные:

- марка стали 09Г2С;
- марка электродов *Basic ONE* ГОСТ 9467-75;
- положение шва нижнее;
- коэффициент наплавки для электродов *Basic ONE* ГОСТ 9467-75 при

ручной дуговой сварке составляет $\alpha_n=9$ г/(А×ч) [16].

Время сварки для шва №1 У5- Δ 3 ГОСТ 16037-80:

$$T_{01} = \frac{6,3 \times 7,85 \times 60}{80 \times 9} = 4,12 \text{ мин.}$$

Определим время на сварку. Сначала найдем время на прихватку:

1. $0,15 \times 174 = 26,1$ мин.,

2. $t_{в.и} = 26,1$ мин.

3. $T_{н.ш-к} = (4,12 + 0,75) \times \left(1 + \frac{17}{100}\right) = 5,7$ мин.

4. $T_{ш} = 5,7 \times 54,664 + 26,1 = 338$ мин.

Ниже приведены операции и время на их выполнение (таблица 3.9).

Таблица 3.9 – Усредненные нормы времени технологического процесса ремонта котла

№ опер.	Наименование операции	$T_{ш}$, мин.
1	2	3
01	Демонтаж обшивы (боковой)	558
02	Удаление асбеста и минеральной ваты	138
03	Вырезка труб	486
04	Демонтаж обшивы (задней)	108
05	Зачистка коллекторов и барабана	564
06	Изготовление и монтаж труб	749
07	Сварка труб	338
08	Монтаж асбестовых листов и листов из минеральной ваты	324

Продолжение таблицы 3.9

1	2	3
09	Монтаж обшивы	546
10	Обмуровка топки	756
Итого		4567

3.8 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на ремонт изделия определяем по формуле [28]:

$$m_M = m \times k_o, \quad (3.11)$$

где m – вес одного изделия, $m = 266,7$ кг (масса заменяемых труб);

k_o – коэффициент отходов, $k_o = 1,3$ [28];

$$m_M = 266,7 \times 1,3 = 346,71 \text{ кг},$$

3.9.2 Расход электродов

Расчет расхода покрытых электродов определяется через массу наплавленного металла [13]:

$$M_{\text{э}} = K_{\text{п. ш.}} \times K_{\text{р.э.}} \times M_{\text{н.о.}}, \quad (3.12)$$

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.

Масса наплавленного металла $M_{\text{н.о}}$ определяем по формуле:

$$M_{\text{но}} = F_{\text{но}} \times L_{\text{ш}} \times \rho, \quad (3.8)$$

где $F_{\text{но}}$ – площадь сечения наплавленного металла, $F_{\text{но}} = 6,3 \text{ мм}^2$ (рассчитано в пункте 3.2);

$L_{\text{ш}}$ – длина шва, $L_{\text{ш}} = 54,664 \text{ м}$ (рассчитано с учетом количества и диаметра трубок);

ρ – плотность наплавленного металла, $\rho = 7,85 \text{ г} \times \text{см}^3$;

$$M_{\text{но1}} = 6,3 \times 54,664 \times 7,85 \times 10^{-3} = 2,703 \text{ кг};$$

Для электродов *Basic ONE*:

$$M_{\text{ЭП}} = 1,0 \times 1,6 \times 2,703 = 4,325 \text{ кг}.$$

3.9.3 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [13]:

$$W_{\text{ТЭ}} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.13)$$

где U_c , I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока, $\eta_u = 0,85$ [19];

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ [13];

$\frac{t_c}{K_u}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [13]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{\text{мэ}} = W_{\text{мэ}} \times Ц_{\text{э.э.}}, \quad (3.14)$$

где $W_{\text{ТЭ}}$ – расход технологической электроэнергии; $\text{Вт} \times \text{ч}$;

$Ц_{\text{э.э.}}$ – цена 1 $\text{кВт} \times \text{ч}$ электроэнергии, $Ц_{\text{э.э.}} = 6,82 \text{ руб/кВт} \times \text{ч}$ [29];

$$W_{\text{ТЭ}} = \frac{24 \times 80 \times 5,627}{0,85} + 0,4 \times \left(\frac{5,627}{0,7} - 5,627 \right) = 12710 \text{ Вт} \times \text{ч},$$

$$З_{\text{ТЭ}} = 12,71 \times 6,82 = 86,7 \text{ руб}.$$

4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

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 [30].

Приспособление сборочно-сварочное.

При ремонте котла необходимо разработать распорки, которые могут обеспечить надежную фиксацию барабанов котла при удалении соединяющих их трубок.

Принципиальная схема распорки показана на рисунке 4.1.

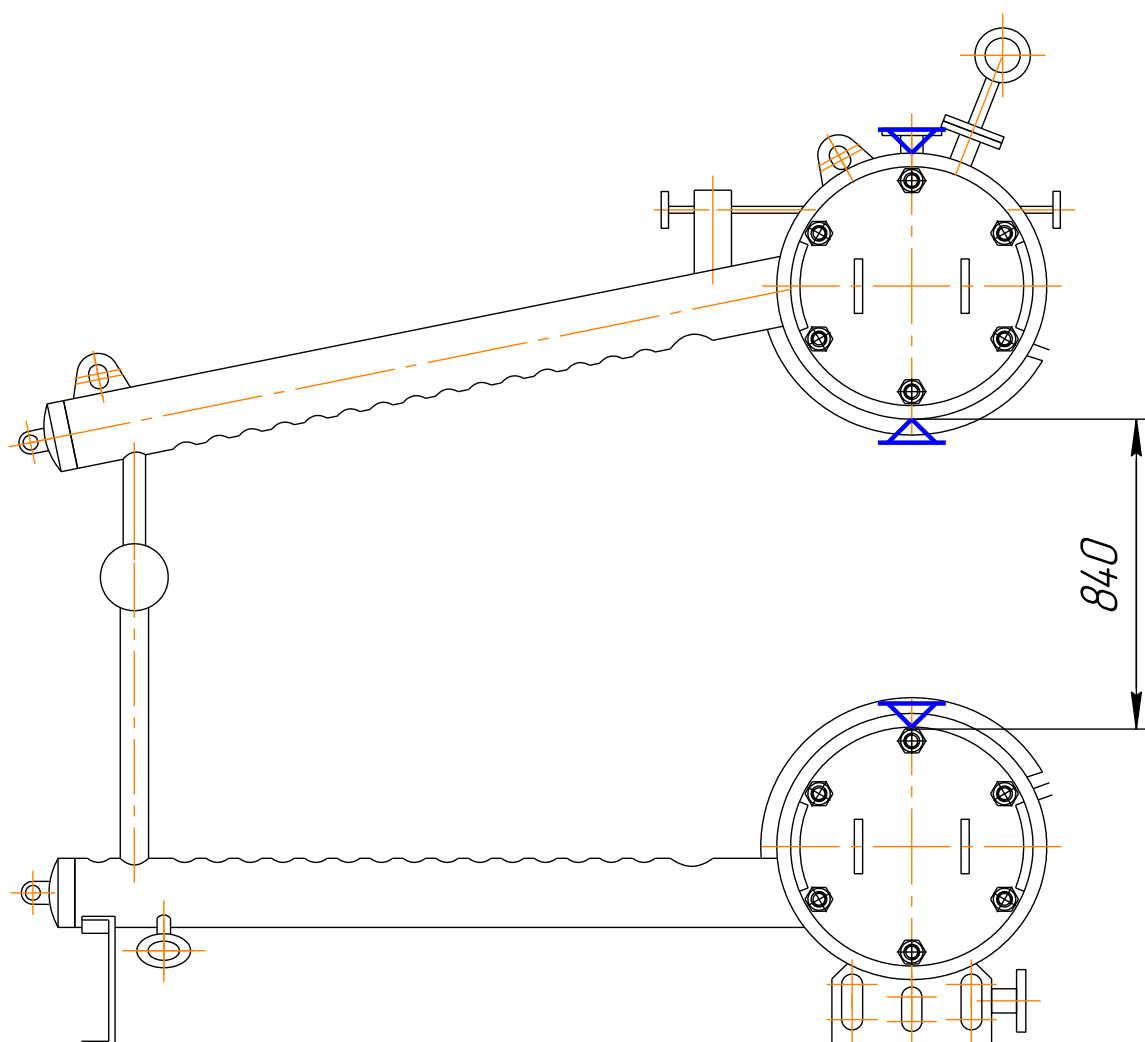


Рисунок 4.1 – Принципиальная схема распорки

4.2 Расчёт элементов приспособления

В конструкции распорок ФЮРА.000001.171.00.000 СБ для их фиксации на барабане применяются шпильки с гайками. Рассчитаем диаметр шпилек и комплектных с ними гаек и шайб. Всего в распорке применяется 2 шпильки.

Диаметры шпилек определим по формуле [31]:

$$d_p = 1,3 \times \sqrt{\frac{1,27 \times P \times z}{[\sigma]_{\text{доп}} \times n}}, \quad (4.1)$$

где P – усилие на шпильку, кгс/см² (зависит от веса барабана);

z – поправочный коэффициент, принимаемый для шпильки с пятой 1,4. для

шпильки без пяты 2 [31];

$[\sigma]_{\text{доп}}$ – допускаемое напряжение на сжатие для винта, Н/мм² [32].

n – количество креплений (согласно чертежу ФЮРА.000001.171.00.000 СБ);

$$d_p = 1,3 \times \sqrt{\frac{1,27 \times 9488 \times 2}{950 \times 2}} = 4,63 \text{ см.}$$

Из конструктивных соображений, согласно ГОСТ 7798-70, принимаем $d_p = 48$ мм [33].

4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление

При разработке эксплуатационных документов необходимо придерживаться рекомендаций ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы» и ГОСТ Р 2.610 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов» [34].

Сведения об изделии, помещаемые в эксплуатационный документ, должны быть достаточными для обеспечения правильной и безопасной эксплуатации изделий в течение установленного срока службы. При необходимости в эксплуатационном документе приводят указания о требуемом уровне подготовки обслуживающего персонала.

В эксплуатационных документах, поставляемых с изделием, должна содержаться следующая информация [35]:

- наименование страны-изготовителя и предприятия-изготовителя;
- наименование и обозначение изделия;
- основное назначение, сведения об основных технических данных и потребительских свойствах изделия;
- правила и условия эффективного и безопасного использования, хранения, транспортирования и утилизации изделия;

- ресурс, срок службы и сведения о необходимых действиях потребителя по его истечении, а также информация о возможных последствиях при невыполнении указанных действий (сведения о необходимых действиях по истечении указанных).

- ресурсов, сроков службы, а также возможных последствий при невыполнении этих действий приводят, если изделие по истечении указанных ресурса и сроков может представлять опасность для жизни, здоровья потребителя (пользователя), причинять вред его имуществу или окружающей среде либо оно становится непригодным для использования по назначению. Перечень таких изделий составляют в установленном порядке);

- сведения о техническом обслуживании и ремонте изделия (при наличии);

- гарантии изготовителя (поставщика) (в установленном законодательством порядке);

- сведения о сертификации (при наличии);

- сведения о приемке;

- юридический адрес изготовителя (поставщика) и/или продавца;

- сведения о цене и условиях приобретения изделия (приводит, при необходимости, изготовитель, поставщик либо продавец). Для изделий, разрабатываемых и/или поставляемых по заказам Министерства обороны, эти сведения и условия не приводят.

Инструкция по эксплуатации приспособления представлена в приложении Г.

5 Проектирование участка сборки сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

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

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [36].

Для проектируемого участка ремонта котла принимаем схему компоновки производственного процесса с продольно-поперечным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, деталей отходов выполняется краном мостовым $Q = 5$ т, а котлы перемещаются краном мостовым $Q = 10$ т, при разборке и кантовке котла применяются тельферы $Q = 5$ т.

5.2 Расчёт основных элементов производства

5.2.1 Определение необходимого числа оборудования

Необходимое число оборудования рассчитаем по формуле [26]:

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_d}, \quad (5.1)$$

где, T_r – время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.;

Φ_d – действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = N \times T, \quad (5.2)$$

где, N – годовая программа выпуска продукции, $N=500$ шт.;

T – длительность одной операции, мин.

Так как операции 01-04 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{1290}{60} = 10750 \text{ ч.},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени при трехсменной работе равен 5940 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_d = \Phi_H - 5\% = 5940 - 5\% = 5643 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{10750}{5643} = 1,9,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 2$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{1,9}{2} = 0,93.$$

Операция 05.

$$T_r = 500 \times \frac{564}{60} = 4700 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{4700}{5643} = 0,83,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{0,83}{1} = 0,83.$$

Операция 06.

$$T_r = 500 \times \frac{749}{60} = 6242 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{6242}{5643} = 1,11,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 2$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{1,11}{2} = 0,55.$$

Операция 07.

$$T_r = 500 \times \frac{338}{60} = 2814 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{2814}{5643} = 0,499,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,499}{1} = 0,499.$$

Так как операции 08-10 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{1626}{60} = 13550 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{13550}{5643} = 2,4,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 3$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{2,4}{3} = 0,8.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим общее время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.

$$\Sigma T_r = 10750 + 4700 + 6242 + 2814 + 13550 = 40870 \text{ ч.}$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1734 \text{ ч.},$$

Определим количество рабочих явочных [26]:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{40870}{1976} = 20,68. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{яв}} = 21$. В первую смену работает 9 человека, во вторую смену работает 9 человек, а в третью 3 человека.

Определим количество рабочих списочных [26]:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{40870}{1739} = 23,5. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{сп}} = 24$.

Вспомогательных рабочих (25% от количества основных рабочих) – 6;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 3;

Счетно-конторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1.

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства,

необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [36].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства ремонтные цехи могут включать следующие отделения и помещения [36]:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла;
- сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления изъянов, нанесения покрытий и отделки продукции;
- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;
- административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт.

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

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

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

На сварочном участке расположены:

1. Трубогибочный станок T-SNAKE-300X
2. Абразивно-отрезной станок 82АС400
3. Контейнер для металлолома -3 шт.
4. Агрегат пылеулавливающий к станку 82АС400 ПУ-1500
5. Точильно-шлифовальный станок СА600
6. Агрегат пылеулавливающий к станку СА600С АПР-1200
7. Станок сверлильный
8. Печь прокали электродов ПСПЗ-50/400
9. Ножницы гильотинные НГЗ418.1
10. Установка компрессорная ДЭН с ресивером (воздухосборником)
11. Трубогибочный станок УГС-5
12. Мойка высокого давления ПОСЕЙДОН
13. Сварочный аппарат SMART ARC 220 – 3 шт.
14. Кран-мостовой $Q = 10$ т.
15. Кран-мостовой $Q = 5$ т.
16. Таль электрическая $Q = 5$ т.
17. Тележка электроприводная грузовая г/п 5 т
18. Контейнер для ветоши $V=1$ м
19. Контейнер для твердо-бытовых отходов (1 м)
20. Насос консольный типа К с емкостью
21. Шкаф для хранения стропов

- 22. Стол сборщика с вытяжным устройством СС-1200 – 2 шт.
- 23. Передвижной газорезательный пост ГПУ-40П
- 24. Станок трубрезный роликовый СТР-1060, с роликовыми блоками, поддерживающими для труб 35-60 мм
- 25. Тиски слесарные ТСС140 – 2 шт.
- 26. Комплект слесарного пневмоинструмента с принадлежностями (гайковёрт, шлифовальные машины, шланги с БРС)
- 27. Стеллаж для хранения комплектующих котла
- 28. Стеллаж для хранения труб
- 29. Стеллаж для хранения листового металла
- 30. Лестница с площадкой передвижная ЛС-1
- 31. Тележка с поворотной осью (мод. 9.43)
- 32. Мебель (Стулья сварщиков, тележка инструментальная, верстак)

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса ремонта котла. Паровой котел Е-1,0-0,9 (КЛ-1,0-9) (далее котел) предназначен для получения насыщенного пара до 1,0 т/ч абсолютным давлением до 0,9 Мпа (9 кг/см²), используемого в системах теплоснабжения, а также для технологических целей.

Котел оборудован топкой для сжигания природного газа низкого давления ГОСТ 5542 либо мазута марок 40, 100 ГОСТ 10585 или другого жидкого топлива с условной вязкостью не более 6-16 ВУ при температуре 80⁰ С.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

В разработанном технологическом процессе применим распорку ФЮРА.000001.171.00.000 СБ, которое состоит из прутков, шпилек, швеллеров, гаек и шайб. Распорка ставится на нижний барабан котла, с верху на шпильки одевается швеллер (один швеллер уже одет), нижний швеллер гайками поднимается до упора, потом верхний швеллер фиксируется гайками. При ремонте котла применяется одновременно две распорки.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный аппарат *SMART ARC 220* [19].

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса ремонта котла приведены в таблице 3.6.

Определение приведенных затрат производят по формуле [26]:

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

где $C_{\text{год}}$ – 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 [26]:

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

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

$K_{\text{п}}$ – капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и другую оснастку, руб.;

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

6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [26]:

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

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

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

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

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

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [19]

Наименование оборудования	C_{oi} , руб
<i>SMART ARC 220</i> 5 шт.	21810

$$K_{co} = 21810 \times 5 \times 0,668 = 72845 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	K_{co} , руб.
<i>SMART ARC 220</i> 5 шт.	72845
Итого	72845

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [26]:

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

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

Π_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед. (см. пункт 5.2);

μ_{nj} – коэффициент загрузки j -го приспособления (см. пункт 5.2).

$$K_{пр} = 21000 \times 6 \times 0,427 = 53802 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	К _{прj} , руб	П _п , шт	К _{пр} , руб.
Распорка ФЮРА.000001.171.00.000 СБ	21000	6	53802
ИТОГО			53802

6.2.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [23]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{Oi} \times h \times k_v \times \Pi_{зд}, \text{ руб.}, \quad (6.6)$$

где S_{Oi} – площадь, занимаемая единицей оборудования, м²/ед.

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 549 \text{ м}^2$ (см. чертеж ФЮРА.000002.171 ЛП),

h – высота производственного здания, м, $h = 12 \text{ м}$;

k_v – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 (так как известна полная площадь участка сборки-сварки, $k_v = 1$) [23];

$\Pi_{зд}$ – стоимость 1м³ здания на 01.01.2022 составляет, $\Pi_{зд} = 94 \text{ руб/м}^3$.

$$K_{зд} = 549 \times 12 \times 1 \times 94 = 619272 \text{ руб.}$$

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 и производственного помещения.

Определим себестоимость годового объема производства продукции по формуле [26]:

$$C_{\text{год}} = N_{\text{г}} \times (C_{\text{М}} + C_{\text{В}} + C_{\text{З}} + C_{\text{Э}} + C_{\text{а}} + C_{\text{и}} + C_{\text{п}}), \text{ руб./год.} \quad (6.7)$$

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

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [37]:

$$C_{\text{М}} = N_{\text{М}} \times k_{\text{т.з.}} \times \Pi_{\text{м}} - N_{\text{о}} \times \Pi_{\text{о}} \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где $N_{\text{М}}$ – норма расхода материала на одно изделие, кг (см. пункт 3.9);

$k_{\text{т.з.}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{\text{т.з.}} = 1,04$ [37].

$\Pi_{\text{м}}$ – средняя оптовая цена стали 09Г2С, на 01.01.2022, руб./кг:

- для стали 09Г2С $\Pi_{\text{м}} = 106,11$ руб./кг [38], при $N_{\text{М}} = 266,7 \times 1,3 = 346,71$ кг.;

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [28].

$N_{\text{о}}$ – норма возвратных отходов;

$$N_{\text{о}} = N_{\text{М}} \times 0,3 = 266,7 \times 0,3 = 80,01 \text{ кг/ изд.}$$

$\Pi_{\text{о}}$ – цена возвратных отходов, $\Pi_{\text{о}} = 20$ руб/кг (цену узнал в пункте сдачи

металлолома т. 89505702559).

$$C_m = 1,04 \times (346,71 \times 106,11) - 80,01 \times 20 = 36660,77 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на покрытве электроды определяем по формуле [26]:

$$C_{\text{п.с.}} = \sum_{d=1}^h G_d \times k_{nd} \times \Pi_{\text{п.с.}}, \text{ руб/изд,} \quad (6.9)$$

где G_d – масса наплавленного металла покрытых электродов, кг: $G_d = 2,703$ кг – для покрытых электродов *Basic ONE* (см. пункт 3.9);

k_{nd} – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов к весу наплавленного металла [16], $k_{\text{р-п.с.}} = 1,5$;

$\Pi_{\text{п.с.}} = 255$ – стоимость покрытых электродов *Basic ONE*, руб/кг на 01.01.2022 [39];

$$C_{\text{п.с.}} = 2,703 \times 1,5 \times 255 = 1133,9 \text{ руб.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [26]:

$$C_z = (C_{\text{чи}} \times T_o \times K_{\text{доп}} \times K_{\text{сс}} \times K_{\text{рай}}) / 60, \quad (6.10)$$

где $C_{\text{чи}}$ – часовая тарифная ставка на 01.01.2022, руб/ч., $C_{\text{чи}} = 64,76$ руб.;

T_o – время на изготовление одного изделия, мин. (см. пункт 3.7);

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, $K_{\text{доп}} = 1,2$ [26];

$K_{\text{сс}}$ – 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 [26].

$K_{\text{рай.}}$ – районный коэффициент, $K_{\text{рай.}} = 1,3$ [26];

$$C_z = (64,76 \times 4576 \times 1,2 \times 1,3 \times 1,3) / 60 = 9996,65 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.3 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [13]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.13)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва (см. пункт 3.7);

η_u – КПД источника сварочного тока, $\eta_u = 0,85$ [19];

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ [13];

$\frac{t_c}{K_u}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [13]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{мэ} = W_{мэ} \times Ц_{э.э.}, \quad (3.14)$$

где $W_{ТЭ}$ – расход технологической электроэнергии; Вт × ч;

$Ц_{э.э.}$ – цена 1 кВт×ч электроэнергии, $Ц_{э.э.} = 6,82$ руб/кВт × ч [29];

$$W_{ТЭ} = \frac{24 \times 80 \times 5,627}{0,85} + 0,4 \times \left(\frac{5,627}{0,7} - 5,627 \right) = 12710 \text{ Вт} \times \text{ч},$$

$$З_{ТЭ} = 12,71 \times 6,82 = 86,7 \text{ руб.}$$

6.2.2.4 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяются по формуле [26]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{Ц_{oi} \times O_i \times \mu_{oi} \times a_i \times r_i}{N_r}, \quad \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.11)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, $a_i = 0,15$ % [26],

r_i – коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$ [26],

$$C_3 = \frac{21810 \times 5 \times 0,668 \times 0,15\% \times 1,15}{500} = 167,8 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Амортизация оборудования представлена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	С _з , руб/изд.
SMART ARC 220 5 шт.	167,8

6.2.2.5 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [26]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{прj} \times \Pi_j \times \mu_{nj} \times a_j}{N_{\Gamma}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.12)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [26];

$$C_{u1} = \frac{21000 \times 6 \times 0,427 \times 0,15}{500} = 16,14 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

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.
Распорка ФЮРА.000001.171.00.000 СБ	21000	6	16,14
ИТОГО			16,14

6.2.2.6 Определение затрат на содержание помещения

В расходы на содержание и ремонт помещения входят амортизация, ремонт, отопление, освещение, уборка. Эти расходы составляют 8% балансовой стоимости помещения.

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [37]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \times k_{\text{сп}} \times \text{Ц}_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.13)$$

где S – площадь участка сварки, $S=549 \text{ м}^2$ (см. чертеж ФЮРА.000002.171 ЛП);

$k_{\text{сп}}$ – коэффициент на содержание и ремонт помещения, $k_{\text{сп}} = 0,08$ [37].

$\text{Ц}_{\text{ср.зд}}$ – среднегодовые расходы на содержание 1 м^2 рабочей площади, руб./год.м, $\text{C}_{\text{ср.зд}} = 250 \text{ руб./год м.}$

$$C_{\text{п}} = \frac{259 \times 0,08 \times 250}{500} = 21,96 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

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	36660,77
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на покрытые электроды	1133,9
3	Заработная плата	9996,65
4	Затраты на электроэнергию	86,7
5	Расходы на амортизацию и ремонт оборудования	167,8
6	Расходы на амортизацию приспособлений	16,14
7	Затраты на содержание помещения	21,96
ИТОГО технологическая себестоимость:		47983,9

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C_{\text{год}} = 500 \times (36660,77 + 1133,9 + 9996,65 + 86,7 + 167,8 + 16,14 + 21,96) = \\ = 23991950,78 \text{ руб./изд.} \times \text{год.}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 72845 + 53802 + 619272 = 745919 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 23991950,78 + 0,15 \times 745919 = 24103838,69 \text{ руб./изд.} \times \text{год.}$$

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.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	76,12
3	Количество оборудования, шт.	5
4	Количество производственных рабочих, чел	21
5	Количество вспомогательных рабочих	6
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	1
7	Норма расхода материала, кг	346,71
8	Количество приведенных затрат, руб./изд. x год.	24103838,69
9	Себестоимость одного изделия, руб.	47983,9

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 и помещение, так же затраты на основной металл, покрытые электроды, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 745919 руб;
- себестоимость продукции 23991950,78 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 24103838,69 руб/изд. год.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится ремонт парового котла Е-1,0-0,9 (КЛ-1,0-9). При ремонте парового котла осуществляются следующие операции: газовая резка, сборка и ручная дуговая сварка, слесарные операции.

При ремонте парового котла на участке используется следующее оборудование:

- сварочный инвертор *SMART ARC 220* 5 шт.;
- распорка ФЮРА.000001.171.00.000 СБ 2 шт.;

Перемещение изделия производят кранами мостовыми грузоподъемностью 5 и 10 т и талью электрической 5 т.

Паровой котел Е-1,0-0,9 (КЛ-1,0-9) (далее котел) предназначен для получения насыщенного пара до 1,0 т/ч абсолютным давлением до 0,9 Мпа (9 кг/см²), используемого в системах теплоснабжения, а также для технологических целей.

Котел оборудован топкой для сжигания природного газа низкого давления ГОСТ 5542 либо мазута марок 40, 100 ГОСТ 10585 или другого жидкого топлива с условной вязкостью не более 6-16 ВУ при температуре 80° С.

При ремонте котла происходит замена труб, которые изготовлены из стали марки 09Г2С. Для ручной дуговой сварки применяются электроды с покрытием основного типа *Basic ONE* ГОСТ 9467-75 диаметром 2,5 миллиметра компании *Lincoln Electric*.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется десятью окнами, расположенными в стене здания, а также шестнадцатью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 549 \text{ м}^2$.

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

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м³ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м³), а также CO₂ до 0,5÷0,6%; CO до 160 мг/м³; окислов азота до 8,0 мг/м³; озона до 0,36 мг/м³ (ПДК 0,1 мг/м³); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м³) [40, 41].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц $< 0,1$ м/с.

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

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

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

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

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (извести, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [40].

На участке ремонта котла применяем общеобменную приточно-

вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет $0,3 \div 3$ метров в секунду [42].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [43]:

$$L_M = S \times V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \times \text{ч}, \quad (7.1)$$

где S – площадь, через которую поступает воздух, м^2 ;

$V_{\text{эф}}$ – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредностей, согласно ГОСТ 12.3.003-86 $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \times \text{с}^{-1}$.

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \times B \times n,$$

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [41];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [44]:

$$Q = 1,5 \times \sqrt{t_u + t_g}, \quad (7.2)$$

где t_u и t_g – температура поверхности источника и воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q = 1,5 \times \sqrt{350 + 15} = 28,7 \text{ Вт}.$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \times \sqrt{F} = 1,5 \times \sqrt{1,62 \times 1,68} = 2,47 \text{ м}. \quad (7.3)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \times H = 1,62 + 0,8 \times 2,47 = 3,6 \text{ м}, \quad (7.4)$$

$$B = b + 0,8 \times H = 1,68 + 0,8 \times 2,47 = 3,66 \text{ м}, \quad (7.5)$$

$$S = 3,6 \times 3,66 \times 5 = 65,7 \text{ м}^2.$$

$$L_M = 65,7 \times 0,2 = 13,2 \text{ м}^3 \cdot \text{с},$$

Из расчета видно, что объём воздуха, удаляемый от местных отсосов, составляет $L_M = 47425 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ 9-55-12,5 с двигателем АИР250S6 45 кВт 611 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

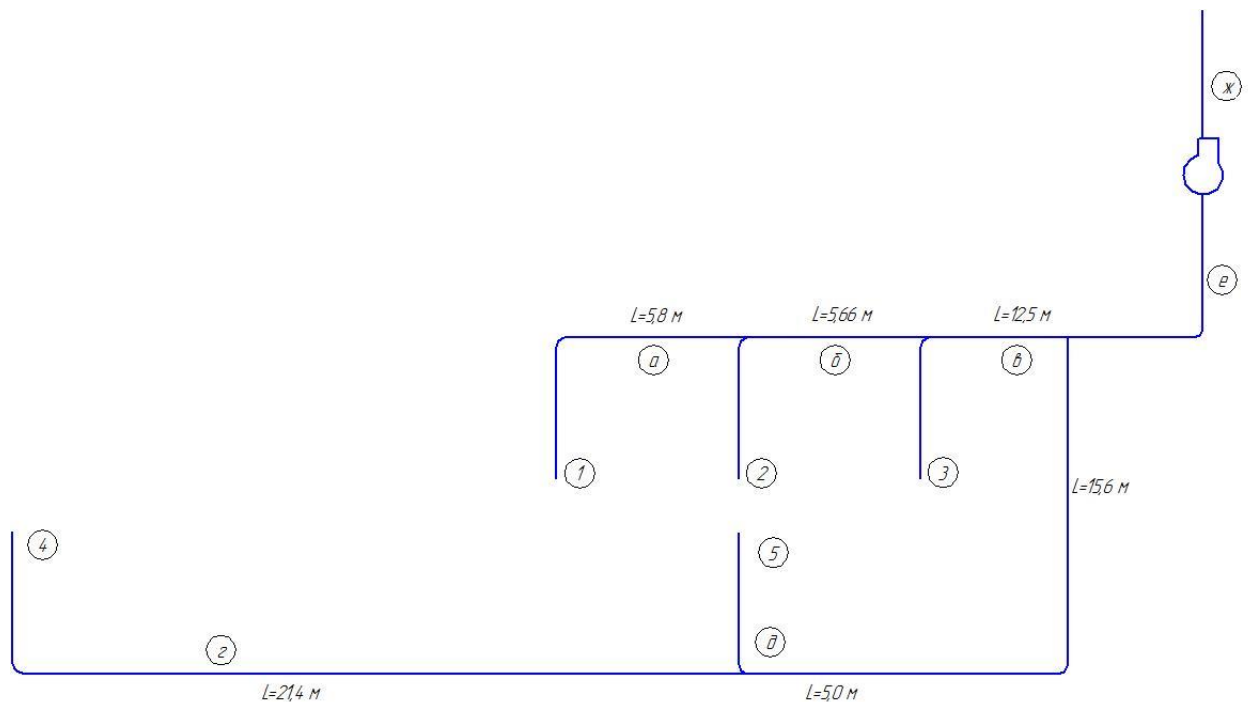


Рисунок 7.1 – Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 47425 \cdot 3/5 = 28455 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Для второй ветви:

$$L_{M2} = 47425 \cdot 2/5 = 18970 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [44]:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{28455}{0,2} \right)^{1/2} = 426 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{18970}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм},$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{47425}{0,2} \right)^{1/2} = 550 \text{ мм}.$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- сварочный инвертор *SMART ARC 220*;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [45].

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [45].

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения, изготовленные из пемзобетонной панели. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие пружинные основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

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

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [41].

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. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [46].

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения ремонтного участка должна состоять из 16 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 8 светильников.

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. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол,

стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять $0,5-6 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$ [47].

2. Защита от сварочных излучений.

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 7.2.

Таблица 7.2 – 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
Щиток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

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

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навывпуск.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

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.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 миллиметров.

Сосуды под давлением.

На участке ремонта котла для хранения газов используются баллоны, находящиеся под давлением. При нарушении правил их эксплуатации и хранения возможны несчастные случаи. Меры безопасности прописаны в ПБ 03-576-03.

Организация надзора.

Владелец обязан обеспечить содержание сосудов в исправном состоянии и безопасные условия их работы.

В этих целях необходимо [48]:

- назначить приказом из числа специалистов, прошедших в установленном порядке проверку знаний Правил, ответственного за исправное состояние и безопасное действие сосудов, а также ответственных за осуществление производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Количество ответственных лиц для осуществления производственного контроля должно определяться исходя из расчета времени, необходимого для своевременного и качественного выполнения обязанностей, возложенных на указанных лиц должностным положением. Приказом по организации могут быть назначены специалисты, ответственные за исправное состояние сосудов и ответственные за их безопасную эксплуатацию;

- назначить необходимое количество лиц обслуживающего персонала, обученного и имеющего удостоверения на право обслуживания сосудов, а также установить такой порядок, чтобы персонал, на который возложены обязанности по обслуживанию сосудов, вел тщательное наблюдение за порученным ему

оборудованием путем его осмотра, проверки действия арматуры, КИП, предохранительных и блокировочных устройств и поддержания сосудов в исправном состоянии. Результаты осмотра и проверки должны записываться в сменный журнал;

- обеспечить проведение технических освидетельствований, диагностики сосудов в установленные сроки;
- обеспечить порядок и периодичность проверки знаний руководящими работниками и специалистами Правил;
- организовать периодическую проверку знаний персоналом инструкций по режиму работы и безопасному обслуживанию сосудов;
- обеспечить специалистов Правилами и руководящими указаниями по безопасной эксплуатации сосудов, а персонал – инструкциями;
- обеспечить выполнение специалистами Правил, а обслуживающим персоналом – инструкций.

В организации, эксплуатирующей сосуды, работающие под давлением, должны быть разработаны и утверждены инструкции для ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию сосудов и ответственного за осуществление производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов.

При эксплуатации сосудов следует руководствоваться нормативными документами, ежегодно утверждаемого Госгортехнадзором России Перечня действующих нормативных документов Госгортехнадзора России.

Содержание и обслуживание сосудов.

К обслуживанию сосудов могут быть допущены лица, обученные, аттестованные и имеющие удостоверение на право обслуживания сосудов.

Подготовка и проверка знаний персонала, обслуживающего сосуды, должны проводиться в учебных заведениях, а также на курсах, специально создаваемых организациями.

Лицам, сдавшим экзамены, выдаются удостоверения с указанием наименования, параметров рабочей среды сосудов, к обслуживанию которых эти

лица допущены.

Удостоверения подписываются председателем комиссии.

Аттестация персонала, обслуживающего сосуды с быстросъемными крышками, а также сосуды, работающие под давлением вредных веществ 1, 2, 3 и 4-го классов опасности по ГОСТ 12.1.007-76, проводится комиссией с участием инспектора Госгортехнадзора России, в остальных случаях участие инспектора в работе комиссии необязательно.

О дне проведения экзаменов орган Госгортехнадзора России должен быть уведомлен не позднее чем за 5 дней.

Периодическая проверка знаний персонала, обслуживающего сосуды, должна проводиться не реже одного раза в 12 месяцев. Внеочередная проверка знаний проводится:

- при переходе в другую организацию;
- в случае внесения изменения в инструкцию по режиму работы и безопасному обслуживанию сосуда;
- по требованию инспектора Госгортехнадзора России.

При перерыве в работе по специальности более 12 месяцев персонал, обслуживающий сосуды, после проверки знаний должен перед допуском к самостоятельной работе пройти стажировку для восстановления практических навыков. Результаты проверки знаний обслуживающего персонала оформляются протоколом за подписью председателя и членов комиссии с отметкой в удостоверении.

Допуск персонала к самостоятельному обслуживанию сосудов оформляется приказом по организации или распоряжением по цеху.

Организацией должна быть разработана и утверждена в установленном порядке инструкция по режиму работы и безопасному обслуживанию сосудов. Для сосудов с быстросъемными крышками в указанной инструкции должен быть отражен порядок хранения и применения ключа-марки. Инструкция должна находиться на рабочих местах и выдаваться под расписку обслуживающему персоналу.

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

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

7.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны.

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать

инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [49].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке ремонта котла ФЮРА.Е1009М.171.00.000 ПС используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [49].

3. Охрана водного бассейна.

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке ремонта котла предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [49].

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На ремонтном участке применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходный периоды года, при категории работ *IIб* – работы средней тяжести, оптимальные параметры, следующие: температура от плюс 17 до минус 19°С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22° С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества ремонта котлов, снижения себестоимости ее ремонта разработан механизированный участок ремонта котла.

Для ремонта котла применены распорки, обеспечивающие фиксацию барабанов котла, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

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

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

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 549 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 73,6%.

Количество приведенных затрат – 24103838,69 руб./изд. × год.

Библиография

1. Карауш С.А. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Строительство»/ Хуторной А.Н. – Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2003 – 161 с.: ил. ISBN 5-93057-118-X, 300 экз.
2. Соколов Б. А. Устройство и эксплуатация оборудования газомазутных котельных: учеб. пособие для нач. проф. образования / Б. А. Соколов. — М.: Издательский центр «Академия*», 2007. — 304 с. — (Ускоренная форма подготовки). ISBN 5-7695-2571-1
3. Баранов П. А. Эксплуатация и ремонт паровых и водогрейных котлов. — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 264 с.: ил.
4. НАКС URL: <http://www.naks.ru/assp/docs/> (дата обращения: 02.04.2022)
5. РД 153-34.1-003-01 «Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования».
6. РД 34.17.302-97 Котлы паровые и водогрейные. Трубопроводы пара и горячей воды, сосуды. Сварные соединения. Контроль качества. Ультразвуковой контроль. Основные положения.
7. PTC URL: <https://www.ptc.com/en/> (дата обращения: 28.04.2022)
8. СПРУТ-технология URL: <https://sprut.ru/> (дата обращения: 28.04.2022)
9. Autodesk URL: <https://web.autocad.com/> (дата обращения: 28.04.2022)
10. SolidWorks Corporation URL: <https://www.solidworks.com/ru> (дата обращения: 28.04.2022)
11. АСКОН URL: <https://ascon.ru/?> (дата обращения: 28.04.2022)
12. Марочник сталей и сплавов / Ю.Г. Драгунов, Ю.В. Каширский и др.; под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216 с.: ИЛЛ. ISBN 978-5-94275-582-9

13. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.
14. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова.-М.: Машиностроение, 1984. - 216 с.
15. Китаев А.М. Китаев Я.А. Справочная книга сварщика. М: Машиностроение, 1985. – 256 с.
16. *Basic ONE* URL: [BasicONE-rus.pdf \(lincolnelectric.com\)](http://lincolnelectric.com/BasicONE-rus.pdf) (дата обращения: 06.05.2022)
17. Сварочные инверторы серии *MICORSTICK* URL: <http://lorch.ru/micorsticklorch/> (дата обращения: 13.04.2022)
18. Miller CST 282, терминалы Dinse URL: <http://caswelding.com/products/miller-cst-282-dinse> (дата обращения: 25.03.2022)
19. *REAL SMART ARC 220 (Z28403)* URL: <http://svarog-rf.ru/products/real-arc-smart-220> (дата обращения: 25.03.2022)
20. Газосварочная горелка инжекторная Сварог ГЗУ 4 45 URL: http://market.yandex.ru/product--gazosvarochnaia-gorelka-inzhektornaia-svarog-gzu-4-45/545466023?cpc=i8jd6W3KllVu6rkblY_W_tMxlwO4RA-O1JYkkw3TTd0Q8neDhgj0PzxxBnvJLMzXDvVnonZxkViVo3tS6Ff5nda5x4TmvH7yFKW4YAFY7INrFDjO08Vq8Ql12wtd-pBhADglum55jrD158Yge4mR6X84F7LlC0sAb6nidt3dLdGuP_c8HJnn6w%2C%2C&sku=545466023&do-waremd5=VV4llXrY9JKh2MMsYAhfRg&cpa=1&nid=73507 (дата обращения: 13.04.2022)
21. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с. ISBN 978-5-7695-4275-6
22. ГОСТ Р 52630-2012 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2007.
23. Комплект ВИК " Базовый " URL: <http://ntcexpert.ru/vic/1329-komplekt-vik-energetik> (дата обращения: 02.04.2022)

24. Методика проведения неразрушающего ультразвукового контроля паровых двухбарабанных котлов типа ДЕ и Е-1-9.

25. Дефектоскоп ультразвуковой УД9812. Версия программного обеспечения 23.12 Руководство по эксплуатации 46.5537.001.01.000 РЭ.

26. 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.

27. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.

28. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.

29. ЯКУТСКЭНЕРГО URL: https://yakutskenergo.ru/opening_information/reg_goods/electro.php (дата обращения: 07.05.2022)

30. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.

31. Хайдарова А.А. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. – 132 с.

32. Сварные соединения: Методические указания к практическим занятиям по курсу «Детали машин и основы конструирования» с применением средства мгновенного самоконтроля знаний «Символ». – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института Томского политехнического университета, 2007. – 33 с.

33. ГОСТ 7798-70 «Болты с шестигранной головкой класса точности В».

34. Крюков А.В. Производство сварных конструкций: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Производство сварных конструкций» для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства» / А.В. Крюков;

Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2022. – 16 с.

35. ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы».

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

37. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», - ЮТИ ТПУ, 2020. – 24 с.

38. Труба бесшовная горячедеформированная 51х2.5 ст. 09Г2С URL: <https://pkf-m.ru/truba-besshovnaya/truba-besshovnaya-goryachedeformirovannaya/truba-besshovnaya-goryachedeformirovannaya-51x2-5-st-09g2s/> (дата обращения: 07.05.2022)

39. Электрод 2.5 мм *basic one* стальной углеродистые и н/легированные стали Межгосметиз-Мценск 09Г2С URL: https://ekb.pulscen.ru/products/elektrod_2_5_mm_basic_one_stalnoy_uglerodistyye_i_n_legirovannyye_stali_mezhgosmetiz_mtsensk_205755645 (дата обращения: 07.05.2022)

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

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

42. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах URL: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html> (дата обращения: 02.05.2022)

43. Русак О.Н., доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.

44. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.

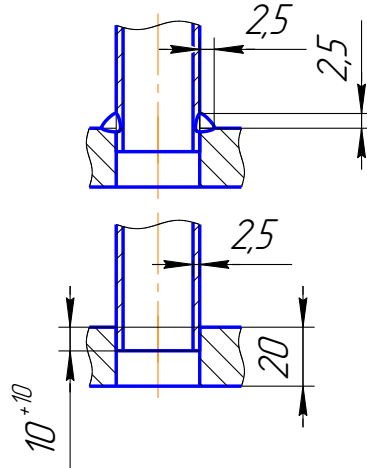
45. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
46. Кукин П.П., Лапин В.Л., Подгорных Е.А. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.
47. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.
48. ПБ 03-576-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».
49. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория *URL:* <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-hto-selitebnaya-territoriya> (дата обращения: 02.05.2022)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Обязательное)

Операционно - технологическая карта

Операционная технологическая карта вварки труб в коллектор, выполняемой ручной дуговой сваркой

Операционная технологическая карта вварки труб в коллектор, выполняемой ручной дуговой сваркой										
Тип соединения (по НД)			Положение при сварке			Способ сварки	Конструктивные элементы сварных соединений		Наименование НД (шифр)	
Угловое соединение			Нижнее и верхнее			РД	Труба+Коллектор		РД 153-34.1-003-01	
Характеристика уголка стального						Требования к прихватке	Параметры разделки кромок и сварного шва		Сварочные материалы	
Наименование изделия, номер ТУ, ГОСТа	Диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Тип шва	Марка стали	Вид соединения	Число прихваток по периметру 1-2. Протяженность одной прихватки 5-20 мм.			<u>Электроды с основным видом покрытия:</u> <i>Basic ONE</i> ГОСТ9466-55	
Труба: ГОСТ 30564-98	51	2,5	нестандартный	09Г2С	Угловое					
Параметры режимов сварки										
Слои шва	Марка электрода				Диаметр, мм		Род и полярность тока	Сила тока, А	Напряжение, V	Скорость сварки, м/ч
Основной	Basic ONE ГОСТ9466-55				3		Постоянный, обратной полярности	60-80	-	--
Примечание: 1. Электроды перед использованием должны быть прокалены согласно рекомендациям завода-изготовителя, при отсутствии рекомендаций прокалить при температуре 350-380°С в течение 1-2 час. Прокаленные электроды на рабочих местах необходимо хранить в термопеналах.										

Электроды с основным видом покрытия:
Basic ONE ГОСТ9466-55

ПЕРЕЧЕНЬ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ СБОРКИ И СВАРКИ				
№ п/п	Операция	Содержание операций		Оборудование и инструмент
1	Очистка труб	Поверхности углов очистить от земли, снега, наледи и других загрязнений.		Скребок, щетка
2	Подготовка кромок	Перед сборкой кромки и прилегающие к ним участки на ширину 20 мм тщательно зачистить от окалины, грязи, краски, масла, ржавчины, влаги, снега и льда.		Линейка, штангенциркуль, шлифмашинка с набором абразивных кругов и дисков, проволочных щеток
3	Сборка соединения	Выполнить прихватки на равном расстоянии друг от друга в местах последующего наложения сварного шва. Перед прихваткой и началом сварки качество сборки стыка должен проверить сварщик. Собранные стыки труб и других элементов необходимо прихватывать в нескольких местах. Прихватки на месте пересечения швов не допускаются. Длина прихваток должна быть не менее 5-20 мм. Прихватку выполнить по двум точкам. Прихватки необходимо выполнять с полным проваром и по возможности переваривать при наложении основного шва. Прихваточные швы должны быть равномерно расположены по периметру стыка. Прихватки зачистить от шлака и проконтролировать		Сварочный аппарат SMART ARC 220
4	Подогрев соединения	Температура подогрева стыков труб перед прихваткой и сваркой дугowymi способами при положительной температуре окружающего воздуха 100-150 °С. Ширина зоны подогрева угловых соединений - 50-75 мм в каждую сторону от будущего шва.		Пирометр, Горелка газовая ГЗУ-4 45
5	Сварка	Сварку стыков труб рекомендуется начинать сразу после прихватки. Стыки труб сваривать без перерыва. Сварку необходимо выполнять на стабильном режиме. Допускаемые отклонения принятых значений силы сварочного тока и напряжения на дуге не должны превышать ±5% от номинальных. Не допускается никаких силовых воздействий на стык до завершения его сварки. Сварку следует выполнять возможно короткой дугой. В процессе сварки должны быть обеспечены полный провар корня шва и заделка кратера. 1. Проварить шов. После окончания сварки со шва и околошовной зоны удалить, наплывы и брызги металла. Удаление шлака произвести после остывания шва (через 1-2 минуты после потемнения). Клеймить клеймом сварщика		Сварочный аппарат SMART ARC 220, Металлическая щетка
6	Контроль качества	Контроль качества сварных соединений стальных конструкций произвести: — внешним осмотром с проверкой геометрических размеров и формы швов в объеме 100%; — ультразвуковой контроль в объеме 100 %; — гидравлические испытания.		Комплект ВИК "Базовый"; дефектоскоп ультразвуковой УД9812; набор для капиллярной дефектоскопии
Требования к контролю качества				
Метод контроля		Наименование (шифр) НД		Объем контроля (% , кол-во)
ВИК		ГОСТ Р ИСО 17637-2014		100 %
Неразрушающие методы (ультразвуковая дефектоскопия)		ГОСТ 7512-82 ГОСТ 18442-80		% длины швов
Разработал	Ф.И.О.	Подпись	Дата	
Студент	Малыхин А.Е.			
Проверил	Ф.И.О.			Оценка выполненной работы
к.т.н., доцент	Ильященко Д.П.			

ПЕРЕЧЕНЬ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ СБОРКИ И СВАРКИ					
№ п/п	Операция	Содержание операций			Оборудование и инструмент
1	Очистка труб	Поверхности углов очистить от земли, снега, наледи и других загрязнений.			Скребок, щетка
2	Подготовка кромок	Перед сборкой кромки и прилегающие к ним участки на ширину 20 мм тщательно зачистить от окалины, грязи, краски, масла, ржавчины, влаги, снега и льда.			Линейка, штангенциркуль, шлифмашинка с набором абразивных кругов и дисковых проволочных щеток
3	Сборка соединения	Выполнить прихватки на равном расстоянии друг от друга в местах последующего наложения сварного шва. Перед прихваткой и началом сварки качество сборки стыка должен проверить сварщик. Собранные стыки труб и других элементов необходимо прихватывать в нескольких местах. Прихватки на месте пересечения швов не допускаются. Длина прихваток должна быть не менее 5-20 мм. Прихватку выполнить по двум точкам. Прихватки необходимо выполнять с полным проваром и по возможности переваривать при наложении основного шва. Прихваточные швы должны быть равномерно расположены по периметру стыка. Прихватки зачистить от шлака и проконтролировать			Сварочный аппарат SMART ARC 220
4	Подогрев соединения	Температура подогрева стыков труб перед прихваткой и сваркой дугowymi способами при положительной температуре окружающего воздуха 100-150 °С. Ширина зоны подогрева угловых соединений - 50-75 мм в каждую сторону от будущего шва.			Пирометр, Горелка газовая ГЗУ-4 45
5	Сварка	Сварку стыков труб рекомендуется начинать сразу после прихватки. Стыки труб сваривать без перерыва. Сварку необходимо выполнять на стабильном режиме. Допускаемые отклонения принятых значений силы сварочного тока и напряжения на дуге не должны превышать ±5% от номинальных. Не допускается никаких силовых воздействий на стык до завершения его сварки. Сварку следует выполнять возможно короткой дугой. В процессе сварки должны быть обеспечены полный провар корня шва и заделка кратера. 2. Проварить шов. После окончания сварки со шва и околосшовной зоны удалить, наплывы и брызги металла. Удаление шлака произвести после остывания шва (через 1-2 минуты после потемнения). Клеймить клеймом сварщика			Сварочный аппарат SMART ARC 220, Металлическая щетка
6	Контроль качества	Контроль качества сварных соединений стальных конструкций произвести: — внешним осмотром с проверкой геометрических размеров и формы швов в объеме 100%; — ультразвуковой контроль в объеме 100 %; — гидравлические испытания.			Комплект ВИК "Базовый"; дефектоскоп ультразвуковой УД9812; набор для капиллярной дефектоскопии
Требования к контролю качества					
Метод контроля		Наименование (шифр) НД		Объем контроля (% , кол-во)	
ВИК		ГОСТ Р ИСО 17637-2014		100	%
Неразрушающие методы (ультразвуковая дефектоскопия)		ГОСТ 7512-82 ГОСТ 18442-80		100	% длины швов
Разработал	Ф.И.О.	Подпись	Дата		
Студент	Малыхин А.Е.				
Проверил	Ф.И.О.			Оценка выполненной работы	
к.т.н., доцент	Ильященко Д.П.				

Спецификация

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																															
<u>Документация</u>																																					
A1			ФЮРА.E000000.171.00.000 СБ	Сборочный чертеж																																	
<u>Детали</u>																																					
	1		ФЮРА.E000000.171.00.001	Пруток	4	l=220 мм.																															
	2		ФЮРА.E000000.171.00.002	Шпилька	2																																
	3		ФЮРА.E000000.171.00.003	Швеллер П22	2	l=888 мм.																															
<u>Стандартные изделия</u>																																					
	4			Гайка М48 ГОСТ 5915-70	4																																
	5			Шайба 48 ГОСТ 11371-78	2																																
<u>Материалы</u>																																					
	6			Швеллер 22П ГОСТ 8240-97 См3 ГОСТ 535-88	2	l=500 мм.																															
	7			Швеллер 22П ГОСТ 8240-97 См3 ГОСТ 535-88	1	l=888 мм.																															
ФЮРА.0000000.171.00.000 <table border="1" style="font-size: 0.8em;"> <tr> <td>Изм.</td><td>Лист</td><td>№ докум.</td><td>Подп.</td><td>Дата</td></tr> <tr> <td>Разраб.</td><td></td><td>Мальхин</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Пров.</td><td></td><td>Ильященко</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Н.контр.</td><td></td><td>Ильященко</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Утв.</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Распорка <table border="1" style="font-size: 0.8em;"> <tr> <td>Лит.</td><td>Лист</td><td>Листов</td></tr> <tr> <td>y </td><td></td><td>1</td></tr> </table> ЮТИ ТПУ зр. 3-10А70							Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разраб.		Мальхин			Пров.		Ильященко			Н.контр.		Ильященко			Утв.					Лит.	Лист	Листов	y		1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																	
Разраб.		Мальхин																																			
Пров.		Ильященко																																			
Н.контр.		Ильященко																																			
Утв.																																					
Лит.	Лист	Листов																																			
y		1																																			

РАСПОРКА
ФЮРА.000001.171.00.000 СБ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
00.0000.171 РЭ

Содержание

1 Назначение изделия	3
2 Технические данные и характеристики	3
3 Устройство и работа приспособления сборочно-сварочного	3
3.1 Состав приспособления сборочно-сварочного	3
3.2 Работа изделия	4
4 Меры безопасности	4
5. Монтаж и техническое обслуживание	4
5.1 Эксплуатационные ограничения	4
5.2 Общие указания	5
5.3 Монтаж изделия	5
5.4 Техническое обслуживание	5
6 Правила хранения и транспортировки	5
6.1 Хранение	5
6.2 Транспортирование	6
7 Сведения об утилизации	6
Приложение Е.1 Внешний вид распорки ФЮРА.000001.171.00.000 СБ	7

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) распорки ФЮРА.000001.171.00.000 СБ предназначено для ознакомления персонала с устройством и принципом работы распорки, его основными техническими данными и характеристиками, а также служит руководством по монтажу, эксплуатации и хранению.

1 Назначение изделия

1.1 Распорка ФЮРА.000001.171.00.000 СБ предназначена для фиксации барабанов котла Е-1,0-0,9 (КЛ-1,0-9) после срезания соединяющих их труб. Распорка обеспечивает надежное крепление барабанов котла при выполнении ремонта.

2 Технические данные и характеристики

2.1 Основные технические данные и характеристики:

габариты – 888 х 22 х 2107 мм.;

вес – 115 кг.

2.2 Материал основных деталей Ст3.

2.3 Средний срок службы – 12 лет.

3 Устройство и работа приспособления сборочно-сварочного

3.1 Состав приспособления сборочно-сварочного

3.1.1 Внешний вид распорки показан в приложении А. Приспособление сборочно-сварочное состоит из: 1. Прутков (4 шт.); 2. Шпилек (2 шт.); 3.

Швеллеров (2 шт.); 4. Гайк (4шт.); 5. Шайб (2 шт.); 6. Швеллеров (2 шт.); 7. Швеллера.

3.2 Работа изделия

3.2.1 Распорка ставится на нижний барабан котла, с верху на шпильки одевается швеллер (один швеллер уже одет), нижний швеллер гайками поднимается до упора, потом верхний швеллер фиксируется гайками. При ремонте котла применяется одновременно две распорки.

4 Меры безопасности

4.1 Рабочий персонал может быть допущен к работе приспособления сборочно-сварочного только после проведения соответствующих инструктажей по охране труда при работе с механическим оборудованием.

4.2 Прежде, чем начать кантовку закрепленного распорками изделия, необходимо убедиться в том, что фиксирующие гайки надежно затянуты.

5. Монтаж и техническое обслуживание

5.1 Эксплуатационные ограничения

5.1.1 Распорку ФЮРА.000001.171.00.000 СБ следует использовать только в условиях эксплуатации, соответствующих указанным в эксплуатационной документации на него и на параметры не превышающих значений, указанных в настоящем руководстве.

5.2 Общие указания

5.2.1 К монтажу, эксплуатации и обслуживанию допускается персонал, изучивших устройство распорки.

5.3 Монтаж изделия

5.3.1 Установка распорки на барабаны котла осуществляется с помощью грузоподъемного устройства грузоподъемностью не менее 200 кг. Момент затяжки фиксирующих гаек $1700 \text{ Н} \times \text{м}$.

5.4 Техническое обслуживание

5.4.1 Во время эксплуатации следует производить периодические осмотры (регламентные работы) в сроки, установленные графиком, и зависимости от режима работы оборудования, но не реже одного раза и 6 месяцев.

5.4.2 При осмотре необходимо проверять общее состояние распорки, целостность сварных швов.

6 Правила хранения и транспортировки

6.1 Хранение

6.1.1 Хранение распорки следует осуществлять в закрытых складских помещениях.

6.1.2 Консервационную смазку наносить на обезжиренную чистую сухую поверхность. Обезжиривание производить чистой ветошью, смоченной в бензине по ГОСТ 31077-2002.

6.2 Транспортирование

6.2.1 Условия транспортирования 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150.

6.2.2 Распорку разрешается транспортировать любым видом закрытого транспорта в полном соответствии с правилами перевозки грузов, действующих на данном виде транспорта.

7 Сведения об утилизации

7.1 Распорка не содержит в своем составе опасных или ядовитых веществ, способных нанести вред здоровью человека или окружающей среде, и не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды.

7.2 Утилизацию отходов следует проводить в соответствии с требованиями законодательства об охране окружающей среды и обращении отходов.

Приложение Е.1

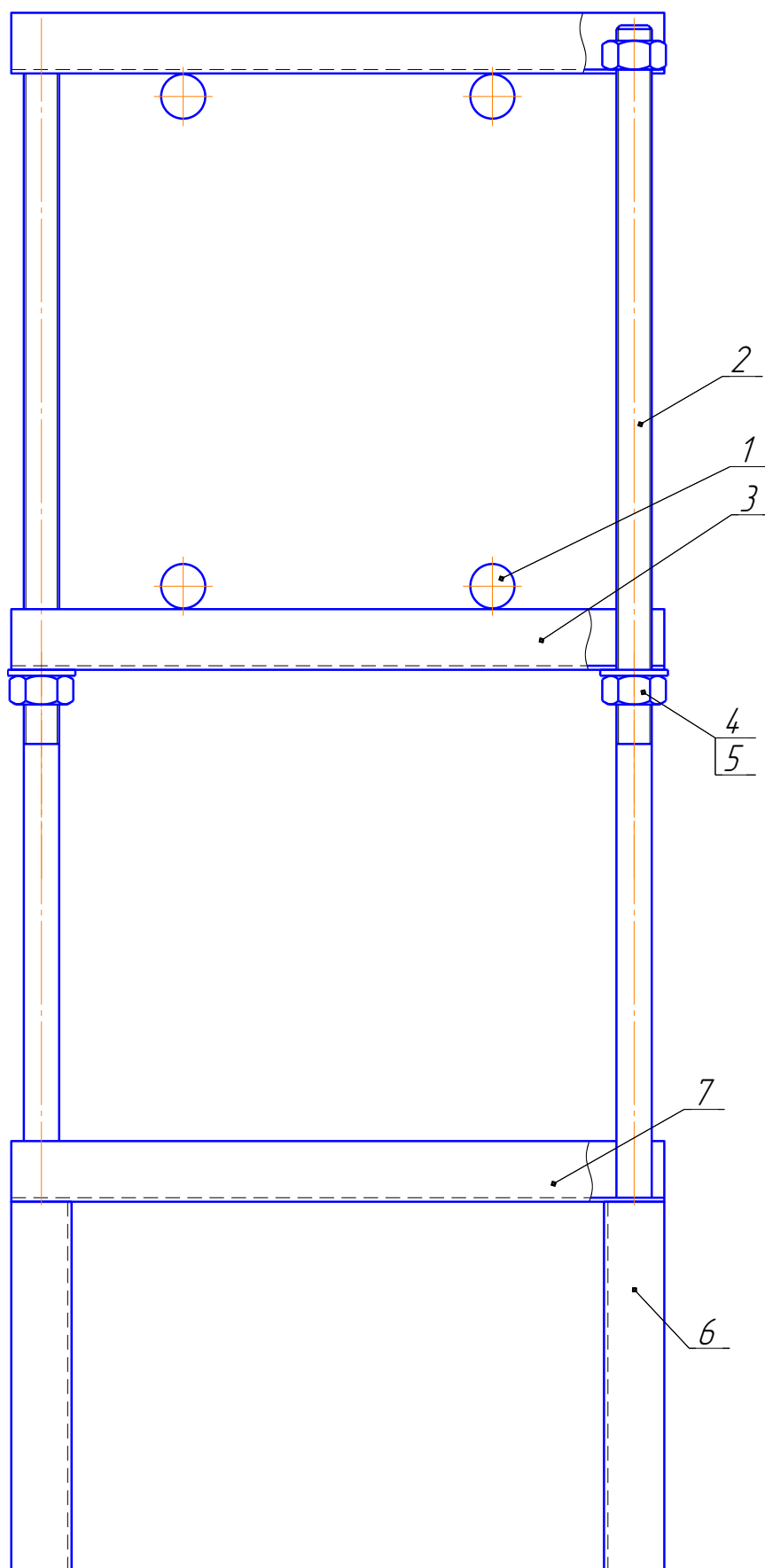


Рисунок Е.1 – Устройство распорки ФЮРА.000001.171.00.000 СБ