

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
 ООП/ОПОП Оборудование и технология сварочного производства  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

<b>Тема работы</b>
Технология сборки и сварки корпусов парового котла

УДК 621.791:621.181:69.057

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Таран Евгений Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	к.т.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	д.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева И.И.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кулагин А.Е.	к.ф.-м.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОЭИ	Першина А.А.	к.т.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-2	осознает сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОПК(У)-4	способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умеет контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-2	способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств

<b>ПК(У)-3</b>	способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
<b>ПК(У)-4</b>	способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
<b>ПК(У)-5</b>	умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
<b>ПК(У)-6</b>	умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
<b>ПК(У)-7</b>	умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
<b>ПК(У)-8</b>	умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико- механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
<b>ПК(У)-9</b>	способен метрологически обеспечивать технологические процессы, использовать типовые методы контроля качества выпускаемой продукции
<b>ПК(У)-16</b>	способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
<b>ПК(У)-17</b>	умеет обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов
<b>ПК(У)-18</b>	способен принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения
<b>ПК(У)-19</b>	способен участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности
<b>ДПК(У)-1</b>	способен контролировать соответствие основных и свариваемых материалов, сварочного и вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента, технологической документации, соблюдения технологической дисциплины и правильной эксплуатации технологического оборудования
<b>ДПК(У)-2</b>	способен составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, производить расчет производственной мощности и загрузки оборудования
<b>ДПК(У)-3</b>	способен изучать и анализировать причины возникновения брака и выпуска продукции низкого качества, участие в разработке мероприятий по их предупреждению и устранению

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

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**  
 Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**  
 Отделение школы **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.А. Першина  
 (Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В81	Таран Евгений Сергеевич

Тема работы:

Технология сборки и сварки корпусов парового котла	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	09.12.2021 №343-10/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.06.2022
--	------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Разработка технологии сборки и сварки корпуса парового котла</p> <p>Паровые котлы используются в энергетике для получения электроэнергии, или в отраслях промышленности</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <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</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзор литературы             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Паровой котел: сферы применения</li> <li>1.2 Сварка конструкционных углеродисто-качественных сталей: обзор литературы</li> </ol> </li> <li>2. Общая характеристика состава и свойства стали 20</li> <li>3. Разработка технологии сборки и сварки корпуса парового котла</li> </ol>

<i>работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	3.1 Выбор способа сварки 3.2 Выбор сварочных материалов 3.3 Выбор сварочного оборудования 3.4 Расчет параметров режимов сварки 3.5 Борьба со сварочными деформациями 3.6 Контроль качества сварных соединений 3.7 Заготовительные операции 3.8 Сборочные операции 3.9 Сварочные операции
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	План раскроя заготовок Конструктивные элементы кромок Конструктивные элементы сварного шва Сборка конструкции Схема выполнения сварных швов

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
1-4 пп.	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ ИШНКБ
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов М.А., д.э.н. профессор ОСГН
6. Социальная ответственность	Авдеева И.И., старший преподаватель
Комплект технической документации	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ ИШНКБ

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	09.12.21
---	----------

**Задание выдал руководитель / консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Таран Евгений Сергеевич		

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

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**

Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**

Уровень образования **бакалавриат**

Отделение школы **электронной инженерии**

Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2021 /2022 учебного года)

Форма представления работы:

<b>бакалаврская работа</b>
----------------------------

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.04.2022	Обзорная часть	20
20.04.2022	Практическая часть	20
23.04.2022	Обеспечения качества продукции	20
25.05.2022	Выводы	15
11.05.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
20.05.2022	Социальная часть	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.А. Першина	к.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.А. Першина	к.т.н.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит страницы 125, 2 рисунка, 27 таблиц, 26 источников и приложение комплект технологической документации.

Ключевые слова: сварка, соединение, шов, металл, проволока, паровой котел, автоматическая сварка, флюс, технология.

Объектом исследования является технология сборки и сварки корпуса парового котла из стали 20 с размерами 3900x1900x2000 мм, и толщиной стенки 12 мм.

Целью работы является разработка технологии сборки и сварки корпуса парового котла.

В процессе исследования были проведены расчеты параметров режима сварки, а также подобраны сварочные материалы, выбор сварочного оборудования.

В результате были подобраны сварочные материалы и сварочное оборудование. Разработана техническая документация для корпуса парового котла с размерами 3900x1900x2000 мм.

Разработка паровых котлов актуальна так как они могут использоваться как в различных областях промышленности. Как для раскручивания турбин с целью получения электроэнергии, так и для приведения в движения других механизмов.

## **Определение, сокращения, нормативные ссылки**

В данной работе приведены используемые следующие термины с соответствующими определениями.

**сварка:** Процесс получения неразъёмного соединения посредством возникновения межатомных связей между свариваемыми деталями при их местном или общем нагреве, пластическом деформировании или совместном действии того и другого.

**сварное соединение:** Неразъёмное соединение, выполнение сваркой, имеющее три характерные зоны, которые образуются в процессе сварки: зона сварного шва, зона сплавления изделий и зона термического влияния, а также основная часть металла, прилегающая к зоне термического влияния.

**автоматическая сварка:** Автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом под слоем флюса. Вид сварки.

**механизированная сварка:** Механизированная сварка плавящимся электродом в среде защитных газов. Вид сварки.

**режимы сварки:** Основные физические показатели, которые определяют весь ход процесса сварки металла и устанавливаются, опираясь на исходные данные.

**флюс:** Материал, используемый при сварке для защиты зоны сварки от атмосферного воздуха. Сварочный материал.

**сварочная ванна:** Часть сварного шва в изделии, где основной металл достиг точки плавления, и куда проникает присадочный материал.

**сварочные деформации:** Изменение формы конструкции в результате воздействия внутренней силы.

**прихватка:** Прихваточный сварной шов, служащий для предварительного соединения элементов конструкции.

**дефекты:** Любые отклонения от заданных нормативными документами параметров соединений при сварке, образовавшиеся вследствие нарушения технического процесса.



В данной работе используются следующие сокращения:

НК – неразрушающий контроль;

НД – нормативный документ;

КПД – коэффициент полезного действия;

ВИК – визуальный и измерительный контроль;

$I_{СВ}$  – величина силы сварочного тока (А);

$U_g$  – величина напряжения дуги (В);

$l_э$  – величина вылета электрода (мм);

$d_{эл}$  – диаметр электрода (мм);

$V_{СВ}$  – скорость сварки (см/с);

$F_H$  – площадь наплавленного металла (мм<sup>2</sup>);

$q_n$  – Величина погонной энергии (кДж/см);

$V_{п.п.}$  – скорость подачи электродной проволоки (м/ч);

$F_{эл.пр.}$  – площадь поперечного сечения проволоки (см<sup>2</sup>);

$\varphi_{пр}$  – коэффициент формы проплавления;

$k'$  – коэффициент формы провара;

$H_p$  – Глубина проплавления (мм);

$e$  – ширина шва (мм);

$f$  – высота валика сварного шва (мм);

$S_b$  – Глубина проплавления вертикальной стенки (мм);

$C$  – общая высота сварного шва (мм);

$T_{осн}$  – основное технологическое время сварки (ч);

$m_{пр}$  – расход сварочной проволоки (кг);

$m_{фп}$  – расход сварочного флюса (кг).

$\sigma_T$  – предел текучести, МПа;

$\sigma_B$  – предел прочности, МПа;

$\delta_5$  – относительное удлинение, МПа.

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 9045-93. Межгосударственный стандарт. Прокат тонколистовой холоднокатаный из низкоуглеродистой.
2. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия.
3. ГОСТ 19903-2015. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент.
4. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
5. ГОСТ Р 56906-2016 Бережливое производство. Организация рабочего пространства.
6. ГОСТ 12.0.002- 2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения.
7. ГОСТ Р 51337-99 Безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных величин горячих поверхностей.
8. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
9. ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
10. ГОСТ 26522-85 Короткие замыкания в электроустановках. Термины и определения.
11. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.
12. ГОСТ 12.1.003 – 2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). ШУМ. Общие требования безопасности.
13. ГОСТ Р 54803-2011 Сосуды стальные сварные высокого давления
14. РД 24.200.11-90 Сосуды и аппараты, работающие под давлением. Правила и нормы безопасности при проведении гидравлических испытаний на прочность и герметичность.

15. СанПиН 1.2.3685– 21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
16. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
17. ГОСТ 32423-2013. Классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на организм.
18. ГОСТ Р 56164-2014. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов при сварочных работах на основе удельных показателей.
19. ТК РФ Статья 221. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты.
20. ГОСТ 28193-89 Котлы паровые стационарные
21. ГОСТ 12.4.254-2013 Средства индивидуальной защиты глаз и лица при сварке и аналогичных процессах.

## Оглавление

Введение .....	15
1. Обзор литературы.....	17
1.1 Паровой котел: сферы применения .....	17
1.2 Сварка конструкционных углеродисто качественных сталей: обзор литературы.....	18
2. Общая характеристика состава и свойства стали 20 .....	21
3. Разработка технологии сборки и сварки корпуса парового котла.....	23
3.1 Выбор способа сварки.....	23
3.2 Выбор сварочных материалов .....	25
3.3 Выбор сварочного оборудования .....	27
3.4 Расчет параметров режимов сварки .....	29
3.5 Борьба со сварочными деформациями.....	34
3.6 Контроль качества сварных соединений.....	37
3.7 Заготовительные операции .....	39
3.8 Сборочные операции.....	40
3.9 Сварочные операции .....	40
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	44
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения Анализ конкурентных технических решений .....	44
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	44
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	45
4.2 SWOT- анализ.....	47
4.3 Планирование научно-исследовательских работ .....	51
4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	51
4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	52
4.4 Разработка графика Ганта, проведения научно-технического исследования .....	53
4.5 Бюджет научно-технического исследования .....	57
4.5.1 Расчет материальных затрат НТИ .....	57
4.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ ..	58

4.5.3 Основная заработная плата исполнителей .....	59
4.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей .....	62
4.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды .....	62
4.5.6 Накладные расходы .....	63
4.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....	63
4.6 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной, экономической эффективности исследования .....	64
5 Социальная ответственность .....	70
Введение .....	70
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	71
5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства .....	71
5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны ...	72
5.2 Производственная безопасность .....	74
5.2.1 Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним .....	76
5.2.2 Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы.....	77
5.2.3 Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека.....	77
5.2.4 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает человек, включая действие высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов.....	78
5.2.5 Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от аргонодуговой сварки .....	79
5.2.6 Опасность поражения током из-за короткого замыкания.....	81
5.2.7 Риск разгерметизации оборудования, находящегося под высоким давлением .....	82
5.2.8 Повышенный уровень локальной и общественной вибрации .....	83

5.2.9 Повышенный уровень шума .....	83
5.2.10 Освещение рабочей зоны .....	85
5.2.11 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника.....	85
5.2.12 Длительное сосредоточенное наблюдение .....	86
5.2.13 Вредные вещества, выделяющиеся при сварке .....	87
5.2.14 Струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним .....	89
5.3 Экологическая безопасность .....	90
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	92
Вывод по разделу «Социальная ответственность» .....	95
Заключение.....	96
Список использованных источников .....	97
Приложение А Комплект технологической документации .....	100

## **Введение**

Паровые котлы имеют обширное применение во многих сферах промышленности; энергетика, сельское хозяйство, пищевая промышленность, деревообрабатывающая промышленность, производство стройматериалов.

Паровой котел – это устройство, генерирующее водяной пар используя энергию сгорающего топлива. Устройством может производиться пар двух типов: насыщенный с температурой в 100°C и давлением около 100 кПа, а перегретый с температурой до 500°C и давлением, которое может превышать 26 МПа. Оба вида так же различаются по назначению, насыщенный пар используют в устройствах бытового применения, в виду своих особенностей перегретый пар применяется на объектах промышленного масштаба.

В настоящее время конструкционная углеродистая качественная стали используется в различных сферах производства. В машиностроении для изготовления крепежных элементов, соединительные элементы механизмов, шестерни. Используют в изготовлении труб сварных и бесшовных, запорную арматуру и переходники; крестовины, накидные гайки, ниппели, штуцера, шестигранники, муфты, краны, части котлов, работающие под высоким давлением. Для строительной отрасли из данного вида стали производят крепежи, крюки, несущие фермы, балки и многое другое.

Изготавливая корпус парового котла из данной стали, она соответствует всем необходимым прочностными характеристиками, также позволяет оптимизировать производство за счет хорошей свариваемости и малой стоимости.

В настоящее время сварка, а также детали, собранные с ее помощью, крайне широко используется во всех видах промышленности. Соединение с помощью сварки позволяет экономить время, затраченное на производство и

стоимость готовых изделий. Несмотря на все плюсы данного способа для ее реализации требуются рабочие имеющую достаточную квалификацию.

Целью данной работы является разработка технологии сборки и сварки корпуса парового котла из стали 20 с габаритными размерами 3900x1900x2000 мм и толщиной 12 мм.



## 1. Обзор литературы

### 1.1 Паровой котел: сферы применения

Предназначением паровых котлов является преобразование воды в пар, который в дальнейшем используется для обогрева помещений или приведения в движение различных механизмов.

С помощью паровых машин возможно преобразовывать пар в электрическую энергию. Пар передается в турбину, вращается вал, благодаря чему происходит производство электроэнергии. На данном принципе работают большинство современных электростанций. Так же паровые устройства имеют возможность обеспечивать механическое движение различных элементов промышленных систем.

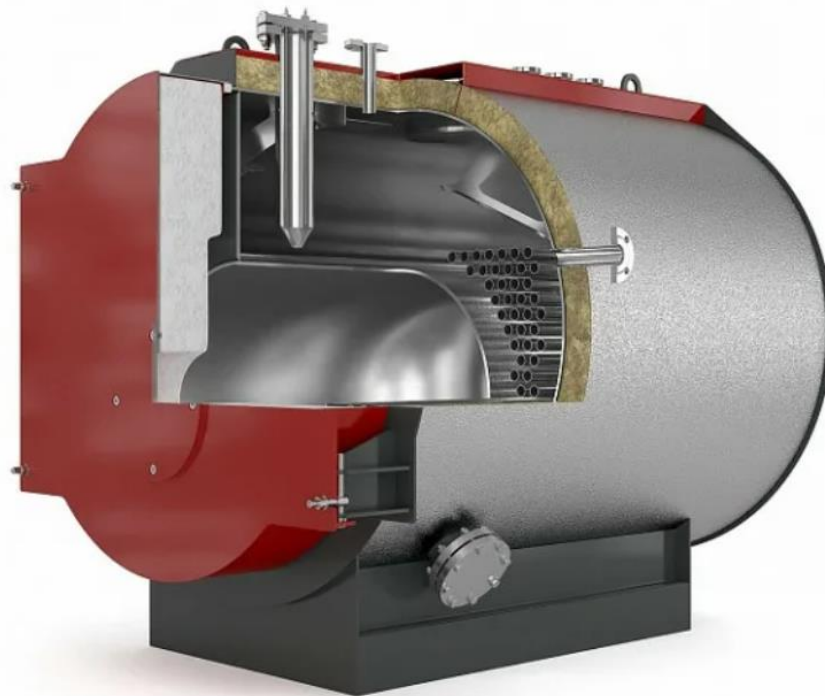


Рисунок 1 – Внутреннее устройство парового котла

Устройство парового котла возможно описать следующим образом:

В резервуар находящийся на верхней части котла подается отчищенная вода. По специальным отводным трубам вода стекает в коллектор, находящийся в нижней части парового котла, еще одни трубы проводятся от коллектора к верхнему резервуару которые проходят в зоне горения используемого топлива.

По закону систем сообщающихся сосудов, нагретая водно-паровая смесь имеет меньшую плотность в сравнении с холодной водой. Благодаря разности плотностей вода выталкивает водно-паровую смесь в верхнюю часть устройства, где с помощью сепарации пар отделяется от воды, вода повторно попадет в резервуар, а пар - в паропровод, который находится в зоне сгорания топлива и попадает в систему для дальнейшего использования

## **1.2 Сварка конструкционных углеродисто качественных сталей: обзор литературы**

Углеродистые конструкционные стали нашли свое применение в различных отраслях от производства деталей машин и механизмов, до изготовления элементов строительных конструкций, за такое разнообразие использований универсальным материалом можно с полным основанием назвать углеродистую конструкционную сталь. Такое обширное использование возможно благодаря целому перечню качественных характеристик, которые она имеет.

В категорию конструкционных сталей входят углеродистые стали, которые должны иметь целый комплекс технологических особенностей, определяющих эффективную и долговременную работу изготавливаемых из них изделий. Это возможно благодаря серьезному отношению к подбору химических сплавов, регулярно совершенствуя методики упрочнения их поверхностного слоя, применение разнообразных технологий для термообработки, а также металлургические методы, с помощью которых возможно существенно повысить качество готового металла.

В настоящее время технический прогресс в промышленной отрасли тесно связан с развитием технологий сварочного производства. Сварка как процесс получения неразъемных сварных соединений имеет обширное применение во многих отраслях, а также используется в производстве металлургических,

кузнечнопрессовых, химических и энергетических установок, различных трубопроводов, в машиностроении, в производстве строительных и других конструкций, этот способ соединения имеет ряд преимуществ: высокая производительность, прочность соединения, экономия используемого материала, итоговое снижение стоимости произведенной детали.

Стали с низким содержанием углерода выделяются хорошей свариваемостью. В случаях, когда содержание вредных примесей превышает допустимую норму, показатель свариваемости снижается.

Ухудшение свариваемости может происходить также в случаях, когда содержание вредных примесей не превышает заданных норм, но они формируются в местные скопления вследствие процесса ликвации. Процесс ликвации заключается в неоднородности химического состава металла, появляющегося в процессе кристаллизации. Для показателя свариваемости низкоуглеродистых сталей вредными элементами могут являться: углерод, фосфор и сера. Сера особенно подтверждена ликвации, образуя местные скопления.

Так же отрицательный эффект на свариваемость металла оказывает загрязнение металла газами и неметаллическими включениями. В процессе производства металл может приобрести вредные примеси в своем химическом составе, частично судить о загрязнении металла можно исходя из его маркировки. Сталь имеющая повышенное качество имеет показатели свариваемости лучше, в сравнении со сталью обычного качества той же марки.

Стали имеющие в своем составе содержание углерода более 0,25% имеют пониженный показатель свариваемости относительно низкоуглеродистых сталей, на свариваемость напрямую влияет содержания углерода в стали, чем выше содержание углерода, тем хуже свариваемость металла.

Стали, содержащие повышенный углерод, легко закаляются, что приводит к образованию твёрдой хрупкой закалочной структуры в сварочной зоне, а также может привести к образованию трещины. С увеличением углерода металл склонен к перегреванию в сварочной зоне. Увеличение содержания

углерода ускоряет процесс его выработки, образуя газообразную окись углерода, которая приводит к вскипанию ванны, а также может привести к значительным пористостям наплавленных металлов.

Нередко сварка углеродных сталей производится при предварительном подогреве и последующих термообработках, и, если это возможно, многие из них пытаются совместить теплообработку и процесс сварки, таких как газовая сварка малых деталей, точечная и контактная сварка и др.

Большая часть низколегированной конструкционной стали имеет удовлетворительную свариваемость. В связи с возросшим значением сварки, новые конструкционные низколегированные стали обычно выпускаются с хорошей свариваемостью.

## 2. Общая характеристика состава и свойства стали 20

Используемая марка стали – Сталь 20, относится к классу конструкционных углеродисто качественных сталей. Во время разработки корпуса парового котла используется эта марка стали.

Сталь 20 относится к самым распространенным маркам стали в промышленности, ее универсальность позволяет производить практически все виды металлических изделий.

В машиностроение сталь 20 используют для изготовления крепежных элементов, соединительные элементы механизмов, шестерни, червяки, кронштейны, валы подшипники, вкладыши.

Так же сталь 20 используют в изготовлении труб сварных и бесшовных, запорную арматуру и переходники; крестовины, накидные гайки, ниппели, штуцера, шестигранники, муфты, краны, коллекторы, перегреватели, части котлов, работающие под высоким давлением.

Для строительной отрасли из данного вида стали производят крепежи, крюки, несущие фермы, балки и многое другое. В строительстве сталь 20 популярна благодаря хорошей свариваемости, удовлетворительной прочности и доступности.

Возьмем данные по химическому составу, механическим и физическим свойствам согласно ГОСТ 1050-2013

Таблица 1 - Химический состав стали 20 по ГОСТ 1050-2013

C, %	Si, %	Mn, %	Ni, %	S, %	P, %	Cr, %	Cu, %	As, %
0.17-0.24	0.17-0.37	0.35-0.65	До 0.3	До 0.04	До 0.035	До 0.25	До 0.3	До 0.08

Таблица 2 - Механические свойства стали 20 по ГОСТ 1050-2013

Марка стали	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\delta$ , %	$\Psi$ , %
Сталь 20	350	175	28	55

Твердость материала при отсутствии термообработки:  $HV 10^{-1} = 163$  МПа

Таблица 3 – Физические свойства стали 20 при 100°С

Вид стали	E, ГПа	$\alpha$ , $10^6$ (1/град)	$\lambda$ , (Вт/(м·град))	P, кг/м <sup>3</sup>	C, (Дж/(кг·град))	R, $10^9$ (Ом·м)
Сталь 20	208	13,1	51	7834	498	219

### **3. Разработка технологии сборки и сварки корпуса парового котла**

#### **3.1 Выбор способа сварки**

При выборе способа сварки для данной работы основными параметрами будут являться производительность и возможность сварить сварной шов без дефектов. Свариваемость стали так же является важным критерием при выборе способа сварки. Так же для удобства производства метод сварки должен быть механизированным. Исходя из данных требований возможно назначить два способа сварки, которые будут использованы в выпускной квалификационной работе, автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом под слоем флюса и механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитного газа CO<sub>2</sub>.

Рассмотрим автоматическую дуговую сварку плавящимся электродом под слоем флюса.

Автоматическая дуговая сварка под флюсом — вид электродуговой дуговой сварки, когда электрическая дуга горит под слоем сварочного флюса, препятствующего попаданию атмосферного воздуха в зону сварки.

Суть данного процесса сварки заключается в том, что сварочная дуга горит между оголенной электродной проволокой и основным металлом, вместе с этим процессом сварочный трактор подает флюс в зону сварки, он покрывает оплавленный участок, защищая его от воздействия внешних газовых смесей. Кроме того, он положительно влияет на внедрение легирующих компонентов в зоне сварного шва, уменьшает разбрызгивание расплавленного металла.

В процессе сварки наносится слой флюса толщиной равный 50 до 60 мм, дуга разгорается во флюсе и горит в жидкой зоне расплавленного флюса, в области заполненном газом, который непрерывно создаётся дугой. Средний насыпной вес флюса составляет около 1,5 г/см<sup>3</sup>, однако его достаточно для создания давления равным 7-9 г/см<sup>2</sup>, которое оказывает слой флюса на жидкий металл. При таком давлении, вместе с созданным сварочной дугой механическим давлением, возникает достаточная сила для отеснения жидкого металла.

Увеличение силы подаваемого сварочного тока увеличивает глубину проплавления основного металла Нпр, а также механическое давление дуги.

Сварной шов образуется при кристаллизации расплавленного металла в сварочной ванне. Флюс после затвердевания образует шлаковую корку на поверхности сварного шва. Расплавленный флюс эффективно предохраняет расплавленный металл от внешних воздействий. Взаимодействие расплавленного металла с флюсом способствует получению металла шва с требуемым составом.

Преимущества данного метода сварки заключается:

- Повышенная производительность способа;
- Отсутствие брызг;
- Малые потери электродного металла;
- Надежная защита сварочной зоны;
- Низкая стоимость работ;
- Малый уровень сварочной деформации;
- Качественное формирование сварного шва.

Недостатки этого способа сварки:

- Без специального оборудования невозможно производить сварку во всех пространственных положениях;
- Невозможность наблюдать место сварки вовремя работы из-за находящегося слоя флюса;
- Необходима тщательная сборка кромок под сварку;
- Трудность удаление шлаковой корки.

Рассмотрим механизированную дуговую сварку плавящимся электродом в среде защитных газов.

Механическая сварка плавящегося электрода в углекислом газе происходит при постоянной подаче сварочной проволоки в сварочную ванну, которая защищена от внешнего воздействия защитным газом, препятствуя их



взаимодействию. В качестве защитных газов возможно применение разных газов, а также их смесей, а данной работе будет рассмотрен CO<sub>2</sub>

Преимущества данного метода сварки заключается:

- Отсутствие шлака после производства шва
- Узкая область термического воздействия
- Высокое качество сварного соединения
- Высокая производительность
- Возможно производить визуальный контроль дуги и сварочной ванны во время работы

Недостатки этого способа сварки:

- Потребность в баллонах, наполненных газом, что увеличивает общий вес необходимого сварочного оборудования
- Большие габариты горелок для сварки, в сравнении с другими методами
- Большое выделение вредных газов на месте проведения сварных работ
- Вероятность нарушения газовой защиты при сдувании струй газа потоками воздуха при работе вне оборудованных помещений

### **3.2 Выбор сварочных материалов**

Качество получаемого сварного соединения напрямую зависит от правильности выбора присадочного материала. При работе с низкоуглеродистыми сталями для получения хороших результатов необходимо использовать присадочные материалы с низким содержанием углерода, благодаря этому у сварного соединения уменьшится вероятность появления дефектов. Использование малоуглеродистой электродной проволоки и плавящихся оксидных флюсов, предоставляет хорошее раскисление металла в области расплава, что позволяет создать надежное сварное соединение.

Для выбора сварочной проволоки используется ГОСТ 2246-70.

При выборе для использования сравним сварочные проволоки Св-08 и Св-08А.

Таблица 4 – Химический состав сварочной проволоки по ГОСТ 2246-70

Марка проволоки	Химический состав						
	С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
Св-08	До 0.1	До 0.03	0.35-0.6	До 0.15	До 0.3	До 0.04	До 0.04
Св-08А	До 0.1	До 0.03	0.35-0.6	До 0.12	До 0.25	До 0.04	До 0.04

Исходя из результатов таблицы была выбрана сварочная проволока марки Св-08А, так как она менее токсичная чем альтернативная, имеет широкое распространение, прочностные характеристики подходят для решения поставленных задач.

Для качественной сварки низкоуглеродистых сталей имеет широкое распространение сварочный флюс АН-348А, ГОСТ 28555-90.

Сварочный флюс АН 348А - высокомарганцевый и высококремнистый оксид. Керамические флюсы являются неплавленным материалом, представляющим собой смесь из легирующих, шлакообразующих и раскислительных веществ.

Благодаря отсутствию плавления в производстве флюса АН 348А позволяет применять его в составе оксидных ферросплавов и элементов. Его активность варьируется от 0,7 до 0,75.

Флюс сварочный АН-348А содержит оксиды марганца и кремния, а также другие вещества согласно ГОСТ 9087-81.

Таблица 5 – Химический состав флюса АН-348А в процентном соотношении по ГОСТ 9087-81.

MnO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaF <sub>2</sub>	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ca	S	P
32-34	41-44	4,5-5	5-7,5	До 4,5	До 6,5	До 0,12	До 0,15

Марганец в материале стимулирует возобновление оксидов железа, а содержание кремния уменьшает пористость шва, раскисляя среду и уменьшая образование соединений углерода.

Материал используется при сварке деталей из сталей с низким содержанием углерода. Он отличается повышенным количеством трехвалентного оксида железа. Поэтому сварку следует производить с помощью нелегальной проволоки, содержащей кремний, марганец.

В процессе плавления металла в электрической дуге флюс марки АН-348А расплавляется, что защищает зону плавления от химических воздействий с атмосферным газом. При этом устраняются неметаллические примеси, возникающие на поверхности.

Данный флюс обеспечивает устойчивость сварной дуги и ее защиту, поддерживая длину дуги около 12 мм. При этом сварные швы получаются хорошего качества с небольшим количеством пор и трещин.

Сварочный флюс АН-348А возможно применять как при сварке на постоянном токе, так и переменном, при этом максимально возможная сила тока достигает 1100 А. Не ограничивается напряжение источника питания. Для автоматической сварки плавящимся электродом используется флюс АН-348А и сварочная проволока СВ-08А.

### **3.3 Выбор сварочного оборудования**

Выбор оборудования для автоматической дуговой сварки плавящимся электродом под слоем флюса.

Так как сварка является автоматической, то для выбора сварочного оборудования необходимо сравнить несколько вариантов сварочных тракторов для сварки плавящимся электродом под слоем флюса. Сварочный аппарат должен обладать характеристиками, соответствующими ранее рассчитанным параметрам сварки.

Сравнительную характеристику выполним в форме таблицы (таблица 6), все данные об оборудовании взяты с сайта производителя.

Таблица 6 – Сравнение сварочного оборудования

	INSAW-630 IGBT	INSAW-1000 IGBT	INSAW-1250 IGBT
Напряжение питания, В	380	380	380
Номинальная потребляемая мощность, кВт-А	33	53	66
Номинальный потребляемый ток, А	50	80	100
Эффективный КПД	0,88	0,88	0,88
Напряжение холостого хода, В	80	83	83
Ток холостого хода, А	0,5	0,5	0,5
Мощность на холостом ходу, Вт	130	210	210
Диапазон сварочного тока, А	60-630	100-1 000	100-1 250
Напряжение дуги, В	23-44	23-44	23-44
Номинальное напряжение сварки, В	44	44	44
Номинальная нагрузка (ПВ), %	100	100	100
Скорость сварки, м/мин	0 – 1,55	0 – 1,55	0 – 1,55
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	0,40 - 20	0,40 - 20	0,40 - 20
Диаметр сварочной проволоки, мм	3,0 / 4,0 / 5,0	3,0 / 4,0 / 5,0 / 6,0	3,0 / 4,0 / 5,0 / 6,0

Продолжение таблицы 6 – Сравнение сварочного оборудования.

Габаритные размеры, мм	680×320×630	780×390×800	780×390×800
Масса, кг	68	125	125
Класс изоляции	F	F	F

Все характеристики вышеперечисленных источников питания удовлетворяют рассчитанному режиму дуговой сварки под слоем флюса.

Выбор источника питания IGSAW-630 IGBT – по сравнению с конкурентами имеет лучшие массовые характеристики. Этот источник имеет множество преимуществ, представленных в электронных ресурсах.

Этот источник питания позволяет произвести сварку с программируемой амплитудой и частотой, а также на переменном токе и токами прямой и обратной полярности. Поэтому процедура сварки оптимизирована для того, чтобы получить повышенную наплавку, глубокое проплавление или высокую линейную скорость ведения швов.

#### Преимущества трактора INSAW

- Широкий спектр пространственных регулировок сварочной головки;
- Высокая нагрузка - ПВ100%;
- Удобное управление цифровой панелью с цифровым ЖК дисплеем;
- Надёжный и простой в эксплуатации механизм подачи проволоки;
- Бункер для флюса большого объёма с мерным стеклом;
- Возможно установка системы сборки и рециркуляции флюса.

### 3.4 Расчет параметров режимов сварки

Режим сварки является совокупностью параметров, которые непосредственно влияют на сварочный процесс и формирование качественно сварного соединения, они подразделяются на основные и дополнительные параметры. Правильно подобранные режимы сварки обеспечивают не только

требуемое качество сварного соединения, но и требуемые геометрические параметры.

Основные параметры режима автоматической дуговой сварки под слоем флюса: сварочный ток, полярность, скорость сварки, диаметр и скорость подачи электродной проволоки, напряжение дуги.

К дополнительным параметрам возможно отнести: состав и строение флюса, вылет электродной проволоки, пространственное положение в котором выполняется сварка металлоконструкции, угол наклона электрода.

Так как практически все параметры зависят напрямую от диаметра электродной проволоки, расчет параметров режима сварки необходимо выполнять именно с него.

Таблица 7 - сила тока при автоматической сварке

Диаметр проволоки d, мм	Сила тока, А	Плотность тока, А/мм <sup>2</sup>
2	200...500	60...150
3	350...600	50...85
4	400...800	35...60
5	500...1000	30...40

Повышение силы сварочного тока в несколько раз в сравнении с ручной дуговой сваркой возможно при отсутствии покрытия на электроде при ручной сварке, и замене его на слой флюса толщиной от 20 до 50 мм при автоматической сварке и небольшим расстоянием от токоподводящего контакта до торца сварочной проволоки.

Источником сварочного тока определяются род и полярность. Трансформатор используется как источник для подачи сварочного тока. Таким образом заданный сварочный ток постоянный и имеет обратную полярность.

В процессе установки настроек сварочного трактора непосредственно перед сварочными работами необходимо определить и согласовать основные параметры режима сварки:

- силу сварочного тока;
- диаметр сварочной проволоки;

- скорость подачи сварочной проволоки;
- скорость сварки.

Если правильно выбрать все параметры и согласовать их между собой, сварка будет выполнена качественно и соответствует желаемым геометрическим размерам.

По ГОСТ 8713-79 для автоматической дуговой сварки под слоем флюса изделий толщиной 12 мм, диаметр электродной проволоки  $d_э$  применяется равным = 3 мм. Катет шва при этом будет иметь значение  $K = 5$  мм.

По выбранному диаметру электродной проволоки, необходимо определить допускаемую плотность тока из табличных значений, значение принимаем  $j = 70$  А/мм<sup>2</sup>

Расчётная величина сварочного тока:

$$I_{CB} = \frac{\pi d_э^2 \cdot j}{4}, \quad (1)$$

где  $d_э$  – диаметр электрода в мм;

$j$  – допускаемая плотность тока, А/мм<sup>2</sup>.

$$I_{CB} = \frac{3,14 \cdot 3^2 \cdot 70}{4} = 494,55 \text{ А}. \quad (2)$$

Определение площади наплавленного металла, которая обеспечит получение шва с плоской поверхностью:

$$F_H \frac{K^2}{2} \frac{5^2}{2} 12,5 \text{ мм}^2, \quad (3)$$

Расчет напряжения на дуге

$$U_g = 20 + \frac{0,05 \cdot I_{CB}}{\sqrt{d_э}}, \quad (4)$$

$$U_g = 20 + \frac{0,05 \cdot 494,55}{\sqrt{3}} = 34 \text{ В}. \quad (5)$$

Определение вылета электрода –  $l_э$

При сварке под флюсом  $l_э = 10 d_э$ , мм.

$$l_э = 10 \cdot 3 = 30 \text{ мм}. \quad (6)$$

Скорость сварки

$$V_{CB} = \frac{A}{I_{CB}}, \quad (7)$$

где  $A = 13 \cdot 10^3$  А·м/ч – коэффициент зависящий от диаметра электродной проволоки;

$$V_{CB} = \frac{13 \cdot 10^3}{494,5} = 26,28 \frac{\text{м}}{\text{ч}} = 0,73 \frac{\text{см}}{\text{с}}. \quad (8)$$

Расчет погонной энергии:

$$q_n = \frac{I_{CB} \cdot U_g \cdot \eta_u}{V_{CB}}, \quad (9)$$

где  $\eta_u = 0,80-0,90$  – Эффективный КПД для автоматической сварки под слоем флюса.

$$q_n = \frac{494,55 \cdot 34 \cdot 0,88}{0,73} = 20\,269,77 \text{кДж/см}. \quad (10)$$

Определение скорости подачи электродной проволоки

$$V_{n.n.} = \frac{4 \cdot \alpha_p \cdot I_{CB}}{\pi \cdot \gamma \cdot d_3^2}, \quad (11)$$

где  $\alpha_p = 10 - 13$  - Коэффициент расплавления, г/А ч;

$\gamma = 7,8$  – плотность наплавленного металла, г/см<sup>3</sup>.

$$V_{n.n.} = \frac{4 \cdot 12 \cdot 494,55}{3,14 \cdot 7,8 \cdot 3^2} = 107,6 \text{м/ч}. \quad (12)$$

Площадь поперечного сечения проволоки:

$$F_{\text{эл.пр}} = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} = 7,065 \text{мм}^2 = 0,07065 \text{см}^2. \quad (13)$$

Определение коэффициента формы проплавления:

$$\varphi_{\text{пр}} = k' (19 - 0,01 \cdot I_{CB}) \frac{d_3 \cdot U}{I_{CB}}, \quad (14)$$

где  $k'$  - коэффициент формы провара, рассчитываемый по формуле при  $j < 120$  А/мм<sup>2</sup> на постоянном токе обратной полярности

$$k' = 0,367 \cdot j^{0,1925},$$



$$k' = 0,367 \cdot 70^{0,1925} = 0,83,$$

$$\varphi_{\text{пр}} = 0,83 \cdot (19 - 0,01 \cdot 494,55) \frac{3 \cdot 34}{494,55} = 2,405.$$

Определение глубины проплавления:

При сварке под флюсом

$$h_p' = 0,076 \sqrt{\frac{q_n}{\varphi_{\text{пр}}}}, \text{ мм},$$

где  $q_n$  - погонная энергия сварки, Дж/см.

$$h_p = 0,076 \sqrt{\frac{20 \cdot 269,77}{2,409}} = 6,97.$$

Расчет ширины шва:

$$e = h_p + \varphi_{\text{пр}} = 6,97 + 2,409 = 9,379.$$

Расчет высоты валика сварочного шва:

$$f = \sqrt{F_n},$$

$$f = \sqrt{F_n} = \sqrt{12,5} = 3,5 \text{ мм}.$$

Расчет глубины проплавления вертикальной стенки:

$$S_b = (0,8 - 1,0) \cdot h_p'.$$

где  $S_b$  - применяется равным  $0,8h_p'$  при плотностях тока близки к нижнему пределу и  $S_b = h_p'$  при плотностях тока по верхнему пределу. Так как в расчетных значениях  $I_{CB} = 494,55$  А возьмем значение  $S_b = 0,9h_p'$

$$S_b = (0,8 - 1,0) \cdot h_p' = 0,9 \cdot 6,84 = 6,156 \text{ мм}.$$

Расчет общей высоты сварного шва:

$$C = h_p + f = 6,97 + 3,5 = 10,47.$$

Основное технологическое время сварки

$$T_{\text{осн}} = \frac{2 \cdot L}{1000 \cdot V_{CB}},$$

где  $L$  – общая длина односторонних сварных швов, мм;

$$T_{\text{осн}} = \frac{2 \cdot L}{1000 \cdot V_{\text{CB}}} = \frac{2 \cdot 45\,816}{1000 \cdot 26,29} = 3,48 \text{ ч.}$$

Расход сварочной проволоки:

$$m_{\text{пр}} = a_p \cdot I_{\text{CB}} \cdot T_{\text{осн}} = 13 \cdot 10^{-3} \cdot 494,55 \cdot 3,48 = 22,3 \text{ кг.}$$

Расход сварочного флюса обычно составляет около 20% по массе от расхода сварочной проволоки и рассчитывается по формуле:

$$m_{\text{фп}} = 0,2 \cdot m_{\text{пр}} = 0,2 \cdot 22,3 = 4,46 \text{ кг.}$$

### 3.5 Борьба со сварочными деформациями

Сварка, как и другие процессы обработки металлов, вызывает внутренние напряжения в деталях. В ряде случаев собственное напряжение может быть настолько высокое, что они могут привести к значительной деформации деталей и ухудшению их рабочей силы.

Возникновение напряжений и деформации случаются по следующим причинам:

- неравномерный нагрев металла. Тепловые напряжения возникают в местах нагрева металла в зоне сварки от окружающей температуры до температуры нагрева, с последующим быстрым охлаждением;
- линейная усадка наплавленного металла. Внутренние напряжения растяжения возникают в переходной зоне, так как металл связанный с основным металлом изделия при затвердевании уменьшается в объеме;
- при быстром охлаждении в металле происходят структурные изменения, возникающие при переходе перлитно-ферритной или аустенитной структуры в околосшовной зоне на мартенситную, при этом изменении объем исходной структуры становится меньше получившейся структуры.

Из графика показанном на рисунке 2 возможно увидеть, как изменение температуры в зоне сварки влияет на изменение физических и механических характеристик материала в околосшовном зоне. На графике показано снижение

относительного удлинение  $\delta_t$  в пределах температур от 100 до 350 °С, но повышения предела прочности стали  $\sigma_b$ . Максимальное увеличение прочности в пределах 200-350 С при снижении пластичности нередко является причиной возникновения трещин в металле.

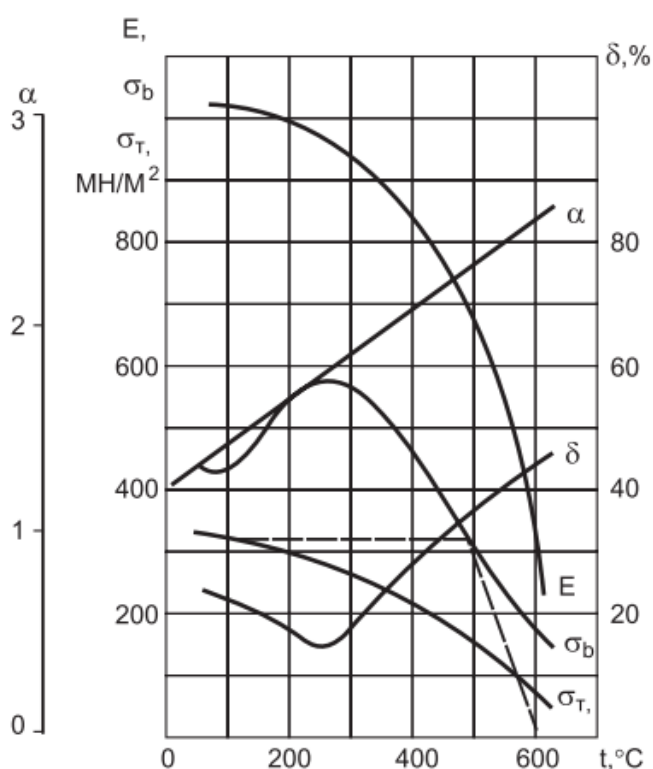


Рисунок 2 - Изменение свойств низкоуглеродистой стали в зависимости от температуры.

При увеличении температуры динамика линейного расширения  $\alpha$  повышается, а модуль упругости  $E$  резко снижается, при показателе температуры около 650 °С почти нулевой. Из этого следует что сталь теряет упругую свойства. При повышении температуры уменьшается предел текучести  $\sigma$ .

Пористость швов влияет на характеристики сварных соединений.

В сварных швах поры влияют на плотность, механические свойства сварных швов. Нахождение пор в сварочном шве ухудшает его механические свойства, поскольку в процессе формирования пор происходит уменьшение поперечного сечения шва.

В случае уменьшения сечения шва до 5% от предела текучести относительно удлинения и углов загиба значительно не меняются. При более высоком уровне пористости данные характеристики резко уменьшаются.

При тестировании статического изгиба даже небольшие поры могут вызвать надрывы при расположении их близко к поверхности шва. Влияние пор на износостойкость сварных соединений при переменной нагрузке значительно выше, чем в статических испытаниях. Износостойкости сварочного соединения снижается на 20%, при уменьшении порами площади поперечного сечения шва всего на 0,8%.

Стандарты, технические условия и правила контроля и приёма сварных соединений устанавливаются в соответствии с стандартами, правилами контроля и приёма сварных соединений. Допустимое количество, размеры и распределения пор определяется в зависимости от условий эксплуатации сварной конструкции. Пористость швов не допустима в сварных сосудах, которые работают под давлением и вакуумом и предназначены для хранения и транспортировки жидкого и газового продукта.

Для выявления пор в швах применяются следующие методы:

- внешний осмотр;
- осмотр изломов швов;
- осмотр микрошлифов;
- ультразвуковой контроль;
- радиографический контроль.

Меры борьбы со сварочными напряжениями и деформациями.

Самым эффективным средством снижения собственного напряжения является подогрев детали перед сваркой, а после медленное охлаждение. Предварительный подогрев значительно снижает напряжение тепла и усадки, а медленное охлаждение позволяет избежать структурных превращений, в околошовной зоне.

В процессе сварки симметричных частей сварные швы накладываются в определенном порядке, что приводит к уравновешенным деформациям. Иногда детали, подготовленные к сварке, создают деформацию, обратную деформацию, которая ожидается при сварке. При многослойном наплавлении деталей

желательно параллельно проковывать швы с помощью пневматического зубила с закругленными лезвиями. Для того, чтобы не вызвать трещин и надрывов, первые и последние швы не проковывают. Не рекомендуется проковывать хрупкие и закаленные швы.

### **3.6 Контроль качества сварных соединений**

Все методы делятся в зависимости от принципа воздействия на объект на две основные группы - методы неразрушающего контроля, а также методы разрушающего контроля. Выгоднее и практичнее применять методы первой группы, но некоторые из них довольно дорогие и обладают своими особенностями.

Чтобы качественно и полноценно оценить работоспособность различных конструкций и систем промышленных предприятий, обязательно проводится контроль сварки, применяя несколько способов. Проще и экономически рентабельнее начинать любой контроль сварного шва с самого простого метода – визуально-измерительного контроля качества сварки.

Этот метод контроля рассматривается как наиболее доступный и оперативный, и поэтому обязательный, перед проведением любого метода испытания сварного соединения сначала проводится визуально-измерительный контроль.

Визуально-измерительный метод контроля сварных швов позволяет выявить такие типы дефектов как:

- неправильный катет шва;
- погрешные пропорции по ширине и высоте наплавленных металлов;
- прожоги;
- редкая чешуйчатость;
- открытые кратеры сварочной ванны;
- металлические наплывы;

- подрезы, вызванные высокой силой тока;
- изменение цвета металла;
- непроверенные участки

ГОСТ 23479-79 устанавливает оборудование и инструменты для проведения качественного исследования визуальным способом. Необходимое оборудования для проведения визуально-измерительного контроля.

- измерительные лупы;
- сварочные шаблоны для проверки геометрии швов;
- угольники для проверки 90 градусов;
- щупы для контроля выдержки зазоров;
- микрометры;
- штангельциркули;
- линейки и рулетки.

Чтобы искать и анализировать скрытые объекты. Используются такие приборы как приборы: эндоскоп, бароскоп, перископические дефектоскоп.

Телескопические лупы, бинокли и зрительные трубы используются на расстоянии от глаза контролера не более 250 мм. Эти приборы используются для контроля объектов, удаленных от рабочей зоны дефектоскописта.

Для исследования мелких объектов, расположенных рядом. Используются на расстояние равное или меньшее 250 мм от глаза дефектоскописта. Применяются приборы: лазерные, микроскопические.

Суть внешнего надзора заключается в проверке качества сварного шва и обследования конструкций сооружений, трубопроводов, различных деталей. Контроль проводится в три взаимосвязанных этапа.

1. Визуально-измерительный контроль. Предварительная проверка швов на коррозию и возможные дефекты с применением примитивных замеров: ширины, толщины, катета.
2. Проверка качества сварного соединения. Проверка качества осуществляется для уточнения параметров видимых дефектов после заключения акта о предварительном осмотре, размера дефектов,

искажений сварного шва в процентном отклонении от допустимых показателей.

### 3. Подробное исследование и запись итоговых результатов.

Преимущества и недостатки проведения данной методики

Преимущества метода ВИК:

- Простой и доступный метод;
- Не трудоемкий и не нуждается в дорогостоящем оборудовании;
- Легко подвергается проверки и повторному анализу.

Недостатки ВИК:

- Человеческий фактор полностью влияет на результат;
- Низкая достоверность результатов;
- Ограничение исследования - лишь видимая часть конструкций;
- Важны технические знания сотрудников, которым нужно правильно выбрать методику измерений и правильно оценить результаты измерений.

## **3.7 Заготовительные операции**

Для начала назначим для листа минимально возможные размеры листового горячекатаного проката стали 20 8000x2000x12 мм и 6000x2000x12 мм, согласно ГОСТ 19903-2015.

Заготовительные операции начинаются с разметки выполненной слесарем на стальных листах согласно ФЮРА.20190.001, на этом эскизе показаны размеры двух обечаек и днища из которых будет собран корпус парового котла. Разметка производится с помощью линейки, чертилки и мела.

Второй операцией для заготовки будет резка металла. Резка данных листов будет произведена на станке для термической резки "СИБИРЬ ARM 2000X9000". Резку необходимо проводить по разметке, сделанной по ФЮРА.20190.001. Для

произведения резки будут использованы инструменты Линейка, чертилка, мел

### **3.8 Сборочные операции**

Для начала сварки необходимо провести некоторые подготовительные операции. Так как сварочные трактор настроен под определенные режимы необходимо заранее провести заготовительные операция для получения качественного шва.

Необходимо произвести разделку сварных кромок согласно ГОСТ 8713-79 с условным обозначением сварного соединения С18, и ГОСТ 14771-76 с условным обозначением сварного соединения С17, указанных в ФЮРА.20190.004, ФЮРА.20190.006, ФЮРА.20190.008, ФЮРА.02190.010. Сборка производится на роликовом кантователе ВС-1500 и с использованием фаскоснимателя GTW-2100. Порядок выполняемых действий будет выглядеть следующим образом:

- Снятие кромок используя фаскосниматель GTW-2100.
- Отчистка кромок обрабатываемого изделия от различных загрязнений.
- Надежно зафиксировать свариваемое изделие в роликовом кантователе.

### **3.9 Сварочные операции**

Сварка продольных и кольцевых швов сосудов со средней толщиной стенки выполняется чаще всего под флюсом. Выполнение первого слоя на весу требует тщательной сборки и ограничения размера зазора по всей длине шва.

Первой операцией будет являться заварка корня шва соединения. Это самая ответственная часть процесса сварки, поэтому выполнять ее необходимо проволокой пониженного диаметра для уменьшения разбрызгивания.



Дальнейшая операция — это заполнение корня шва. Выполнять сварку необходимо по схеме согласно ФЮРА.20190.005, ФЮРА.20190.007, ФЮРА.20190.009. После сварки очистить шов от шлака с помощью металлической щетки.

Последней операцией будет выполнение облицовочного шва. На тех же режимах, как и в первой операции. После необходима зачистка шва от шлака, удаление возможных брызг на поверхности металла.

Механизированная сварка применяется для сварки согласно эскизу ФЮРА.02190.011

Полная последовательность операций представлена в маршрутной и операционной технологических картах комплекта документов.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1В81	Таран Евгений Сергеевич

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОКД</b>
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя – 63000 руб. Оклад инженера – 24500 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент студента 30%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Коэффициент дополнительной заработной платы 15%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 27%

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциального потребителя результатов исследования Анализ конкурентных технических решений SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на НИ: - расчет материальных затрат; - расчет заработной платы (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение эффективности исследования

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Таран Евгений Сергеевич		

## **4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения Анализ конкурентных технических решений**

#### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Выпускная квалификационная работа, выполняемая по теме «Технология сборки и сварки корпуса парового котла» заключается в исследовании затрат и рентабельности для производства и технологии сборки и сварки корпуса парового котла.

Паровой котел представляет собой устройство для получения водяного пара высокой температуры. Такое устройство является отличным источником тепла, образующийся пар используется для обогрева помещений или работы турбомашин. В паровом отоплении используются промышленные парогенераторы. Как правило, чаще всего отапливаются производственные помещения.

Для получения достоверной информации о потребителях требуется учитывать целевой рынок и сегментировать его.

Целевой рынок – это группа клиентов на рынке услуг компании, на которую компания направляет свою маркетинговую деятельность и ресурсы. В свою очередь, рыночный сегмент – это отдельная часть рынка, группа потребителей, обладающая определенными общими признаками.

Сегментация рынка — это процесс группировки потенциальных клиентов в группы на основе схожих параметров, таких как возраст, пол, местоположение, род занятий и т. д.

Удобнее всего будет выделить из общей массы два наиболее характерных критерия: размер продаваемой продукции и отрасль потребления, в которой будет осуществляться сегментация рынка.

Таблица 8 – Сегментирование рынка

	Сфера использования		
		Промышленная	Частная
Размер организации	Крупные		
	Средние		
	Малые		

#### 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Поскольку рынок сбыта находится в постоянном движении, необходимо регулярно проводить подробный анализ конкурирующих разработок на рынке. Такой анализ дает возможность систематически адаптировать новые научные исследования и, таким образом, помогает компании быть конкурентоспособной на фоне других производителей в долгосрочной перспективе.

В настоящее время в России можно выделить два предприятия в области производства паровых котлов: ООО «Самара лей», ООО «Белэнергомаш».

В таблице 9 представлен анализ конкурентных технических решений. Продукт проведения исследовательской работы обозначен как Бф; Бк1 – «Самара лей»; Бк2 - «Белэнергомаш»

Таблица 9 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Удобство эксплуатации <sup>в</sup>	0,2	5	3	4	1	0,6	0,8
Производительность	0,2	3	5	4	1,3	1,4	1,2
Универсальность технологии	0,3	3	4	3	0,9	1,2	0,9
Долговечность	0,4	3	5	4	1,4	1,5	1,4
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
Цена	0,2	4	4	5	0,8	0,8	1
Предполагаемый срок эксплуатации	0,3	3	4	2	0,9	1,2	0,6
Конкурентоспособность продукта	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>25</b>	<b>29</b>	<b>26</b>	<b>6,7</b>	<b>7,1</b>	<b>6,7</b>

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \times B_i$$

где K – конкурентоспособность вида;

$V_i$  – вес критерия (в долях единицы);

$B_i$  – балл каждого вида транспорта (по пятибалльной шкале).

На основании анализа данных, представленных в таблице 9, можно сделать вывод, что разработанный в ходе исследовательской работы паровой котел может конкурировать с производителями, уже выпускаемыми на рынке России. Основными преимуществами разработки являются отличные эксплуатационные характеристики и долговечность по отношению к себестоимости цены изготовления.

## 4.2 SWOT- анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

С целью выявления сильных и слабых сторон технологии сборки и сварки корпуса парового котла методом автоматической дуговой сварки под флюсом и конкурирующими технологиями проведем SWOT-анализ.

Таблица 10 – Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1.Высокое качество получаемой продукции; С2. Потребность предприятий в данных аппаратах; С3.Низкая стоимость производства; С4.Квалифицированный персонал; С5. Актуальность проекта.	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1.Невозможность предвидеть все риски Сл2.Необходимость нескольких источников питания; Сл3.Сложная настройка оборудования; Сл4.Высокая стоимость оборудования для сварки; Сл5.Сложность в поиске квалифицированных кадров.
<b>Возможности:</b> В1.Регулирование производительности; В2.Получение высококачественных сварных соединений; В3. Частичная автоматизация производства; В4.Определение и направленность на определенную группу потребителей.		

Продолжение таблицы 10 – Матрица SWOT

<p><b>Угрозы:</b>                  У1.Ограничение возможности вхождения на российский рынок;                  У2.Падение спроса при появлении новых конкурентов;                  У3.Появление более совершенных технологий на рынке;                  У4.Неточность при составлении комплекта технологической документации;                  У5.Кризис-отсутствие стабильности в экономике.</p>		
--	--	--

Выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта. Данное соответствие или несоответствие помогут выявить потребность в проведении стратегических изменений. Для этого построим интерактивные матрицы проекта.

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	0	+	+	0
	B2	+	0	-	+	+
	B3	+	0	+	+	+
	B4	+	+	+	0	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности.

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	+	-	-	+
	B2	-	+	+	+	+
	B3	+	+	+	+	+
	B4	+	-	-	-	+



При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности.

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	+	+	-	+
	У2	-	+	+	-	+
	У3	0	+	-	+	0
	У4	+	-	-	+	-
	У5	-	+	-	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз.

Таблица 14 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	-	-	+	0
	У2	+	-	-	-	-
	У3	+	-	-	-	+
	У4	+	+	+	-	+
	У5	+	-	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз.

Таблица 15– SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>            С1.Высокое качество получаемой продукции;            С2. Потребность предприятий в данных аппаратах;            С3.Низкая стоимость производства;            С4.Квалифицированный персонал;            С5. Актуальность проекта</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>            Сл1. Невозможность предвидеть все риски            Сл2.Необходимость нескольких источников питания;            Сл3.Сложная настройка оборудования;            Сл4.Высокая стоимость оборудования для сварки;            Сл5.Сложность в поиске квалифицированных кадров.</p>
--	---	---

Продолжение таблицы 15– SWOT-анализ

<p><b>Возможности:</b>          В1. Регулирование производительности;          В2. Получение высококачественных сварных соединений;          В3. Повышение стоимости конкурентных разработок;          В4. Частичная автоматизация производства;          В5. Определение и направленность на определенную группу потребителей.</p>	<p>-Увеличение конкурентоспособности продукции за счет использования качественного оборудования и квалифицированного персонала, вследствие чего возможно повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>-Методика нуждается в усовершенствовании, т. к. в ней есть некоторые негативные моменты, такие как невозможность предвидеть все риски, большой срок проведения исследования и низкая скорость продвижения новых технологий в области разработки технологии сварки.          -При реализации функциональной стратегии сократятся все негативные моменты, напрямую зависящие от затрат.          -Целесообразность в создании новых технологий сварки состоит в том, чтобы повысить положительные стороны и минимизировать негативные.</p>
---	---	---

## 4.3 Планирование научно-исследовательских работ

### 4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в следующем порядке:

1. определение структуры работ в рамках научного исследования;
2. определение участников каждой работы;
3. установление продолжительности работ;
4. построение графика проведения научных исследований.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Выбор темы выпускной квалификационной работы	Руководитель
	2	Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер
Теоретическая подготовка	3	Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер
	4	Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	Инженер
	5	Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	Инженер
Проведение расчетов и их анализ	6	Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер
	7	Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	Инженер
	8	Анализ полученных результатов	Инженер
Обобщение и оценка результатов	9	Подведение итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер
	10	Согласование и проверка работ с научным руководителем	Руководитель, инженер

Таким образом, выделили основные этапы работ и их содержание, а также исполнителей, выполняющие данные работы.

#### 4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоёмкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожi}$  используется следующая формула:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{минi} + 2t_{маxi}}{5};$$

где  $t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{минi}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{маxi}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяем продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}.$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

#### 4.4 Разработка графика Ганта, проведения научно-технического исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности в 2022 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48.$$

Для определения календарных дней выполнения работы необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}}.$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Таблица 17 – Временные показатели проведения научного исследования

Название Работы	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$			Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$		
	$t_{min}$ , чел-дни			$t_{max}$ , чел-дни			$t_{ож}$ , чел-дни									
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Выбор темы выпускной квалификационной работы	1	1	1	3	3	3	2	2	2	Руководитель	2	2	2	2	2	2
Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	2	2	2	4	4	4	3	3	3	Руководитель, инженер	1	1	1	1	1	1
Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	7	6	6	14	12	12	10	8	8	Руководитель, инженер	5	4	4	7	6	6
Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	10	10	10	15	15	15	12	12	12	Инженер	12	12	12	18	18	18
Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	13	13	13	19	19	19	15	15	15	Инженер	15	15	15	22	22	22
Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	6	5	5	12	10	10	8	7	7	Руководитель, инженер	4	3	3	6	4	4
Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	9	9	9	16	16	16	12	12	12	Инженер	12	12	12	18	18	18
Анализ полученных результатов	14	14	14	17	17	17	15	15	15	Инженер	15	15	15	22	22	22
Подведение итогов выпускной квалификационной работы	2	1	2	5	3	4	3	2	3	Руководитель, инженер	2	1	2	3	1	3

Продолжение таблицы 17 – Временные показатели проведения научного исследования

Согласование и проверка работ с научным руководителем	2	2	2	10	10	10	5	5	5	Руководитель, инженер	2	2	2	3	3	3
---	---	---	---	----	----	----	---	---	---	-----------------------	---	---	---	---	---	---

Таблица 18 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

Вид работ	Исполнители	Т <sub>кi</sub> , кален. дни	Продолжительность работ													
			Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь		
			1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
Выбор темы выпускной квалификационной работы	Руководитель	2	■													
Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	1		■												
Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	7		■	■											
Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	Инженер	18			■	■	■	■								
Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	Инженер	22					■	■	■	■	■					
Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	6										■	■			

Продолжение таблицы 18 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

7	Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	Инженер	18																	
	Анализ полученных результатов	Инженер	22																	
	Подведение итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	3																	
0	Согласование и проверка работ с научным руководителем	Руководитель, инженер	3																	

– Руководитель
  – Инженер



## 4.5 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

### 4.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i \times N_{расхi}$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.).

Таблица 19 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб			Затраты на материалы, З <sub>м</sub> , руб		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Бумага	лист	250	100	150	2	2	2	500	200	300
Шариковая ручка	шт.	2	1	2	20	20	20	40	20	40
Карандаш	шт.	1	1	1	10	10	10	10	10	10
Картридж для принтера	шт.	1	1	1	800	800	800	800	800	800
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	1	400	400	400	400	400	400
Сварочная проволока	кг	1	1	1	400	400	400	400	400	400
Сварочный флюс	кг	1	1	1	169	169	169	169	169	169
Итого								2 299	1 999	2 099

#### 4.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В данную часть входят все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены.

Таблица 20 – Затраты на специально оборудование

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб			Затраты на материалы, З <sub>м</sub> , руб		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Персональный компьютер	Шт.	1	1	1	60 000	60 000	60 000	69 000	69 000	69 000
Принтер	Шт.	1	1	1	12 000	12 000	12 000	13 800	13 800	13 800
Сварочный трактор INSAW-1000IGBT	Шт.	1	1	1	388 000	388 000	388 000	446 200	446 200	446 200
Кислородный резак	Шт.	1	1	1	8 000	8 000	8 000	9 200	9 200	9 200
Фаскосниматель GTW-2100	Шт.	1	1	1	120 000	120 000	120 000	138 000	138 000	138 000
Пропановый резак YILDIZ L-460 мм GAZ 4542P	Шт.	1	1	1	8 300	8 300	8 300	9 545	9 545	9 545
Итого								685 745	685 745	685 745

#### 4.5.3 Основная заработная плата исполнителей

Заработная плата научного руководителя и студента включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (15% от  $Z_{осн}$ )

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) научного руководителя и студента рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times T_p$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \times M}{F_{\text{д}}}$$

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}}$$

где  $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент;

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 для г. Томска.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_{\text{м}} = 33\,421 \times (1 + 0,15 + 0,3) \times 1,3 = 63\,000 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$Z_{\text{м}} = 18\,846 \times (1 + 0 + 0) \times 1,3 = 24\,500 \text{ руб.}$$

Таблица 21 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель темы	Инженера
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	65	65
- праздничные дни	15	15
Потери рабочего времени		
- отпуск	28	0
- невыходы по болезни	0	5
Действительный годовой фонд рабочего времени	190	200

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{63\,000 \times 10,4}{257} = 2\,549 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{24\,500 \times 11,2}{252} = 1\,088 \text{ руб.}$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель:  $T_p = 16$  раб. дней

Студент:  $T_p = 68$  раб. дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{\text{осн}} = 2\,549 \times 16 = 40\,784 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера составила:

$$Z_{\text{осн}} = 1\,088 \times 68 = 73\,984 \text{ руб.}$$

Таблица 22– Расчет основной заработной платы научного руководителя и инженера

Исполнители	$Z_{\text{ТС}}$ руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ руб.	$Z_{\text{дн}}$ руб.	$T_{\text{р}}$ раб.дней	$Z_{\text{осн}}$ руб.
Научный руководитель	33 421	0,15	0,3	1,3	63 000	2 549	16	40 784
Инженер	18 846	0	0	1,3	24 500	1 088	68	73 984
Итого $Z_{\text{осн}}$ , руб.								114 768

#### 4.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}}$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы, принимается равным 0,15;

$З_{\text{осн}}$  – основная заработная плата, руб.

Дополнительная заработная плата научного руководителя составила:

$$З_{\text{доп}} = 40\,784 \times 0,15 = 6\,117,6 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата инженера составила:

$$З_{\text{доп}} = 73\,984 \times 0,15 = 11\,097,6 \text{ руб.}$$

#### 4.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}})$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования).

Таблица 23 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	40 784	6 117,6
Инженер	73 984	11 097,6
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,27	
ИТОГО	12 663,432+22 972,032=35 635,464	

#### 4.5.6 Накладные расходы

$$Z_{\text{накл}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \times k_{\text{нр}}$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Накладные расходы составили:

$$Z_{\text{накл}}^{\text{исп1}} = [2\,299 + (40\,784 + 6\,117.6) + (73\,984 + 11\,097.6) + 35\,635,464] \times 0,16 = 27\,186,826 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{накл}}^{\text{исп2}} = [1\,999 + (40\,784 + 6\,117.6) + (73\,984 + 11\,097.6) + 35\,635,464] \times 0,16 = 27\,138,826 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{накл}}^{\text{исп3}} = [2\,099 + (40\,784 + 6\,117.6) + (73\,984 + 11\,097.6) + 35\,635,464] \times 0,16 = 27\,154,826 \text{ руб.}$$

#### 4.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 24 – Расчет бюджета затрат ВКР

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ	2 299	1 999	2 099
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	114 768	114 768	114 768
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	17 215	17 215	17 215
4. Отчисления на социальные нужды	35 635,464	35 635,464	35 635,464
5. Накладные расходы	27 186,826	27 138,826	27 154,826
6. Бюджет затрат НТИ	197 104,29	196 756,29	196 871,23

#### 4.6 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной, экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования определяется как:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

Где  $I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп1}} = \frac{197\,104,29}{197\,104,29} = 1; \quad I_{\text{фин.р}}^{\text{исп2}} = \frac{196\,756,29}{197\,104,29} = 0,998; \quad I_{\text{фин.р}}^{\text{исп3}} = \frac{196\,871,23}{197\,104,29} = 0,998.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \times b_i$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.



Таблица 25 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	4
3. Помехоустойчивость	0,15	5	3	3
4. Энергосбережение	0,2	4	4	5
5. Надежность	0,25	5	3	4
6. Материалоемкость	0,15	4	5	3
Итого	1	4,65	3,65	3,9

$$I_{p-исп1} = 0,1 \times 5 + 0,15 \times 5 + 0,15 \times 5 + 0,2 \times 4 + 0,25 \times 5 + 0,15 \times 4 = 4,65;$$

$$I_{p-исп2} = 0,1 \times 3 + 0,15 \times 4 + 0,15 \times 3 + 0,2 \times 4 + 0,25 \times 3 + 0,15 \times 5 = 3,65.$$

$$I_{p-исп3} = 0,1 \times 4 + 0,15 \times 4 + 0,15 \times 3 + 0,2 \times 5 + 0,25 \times 4 + 0,15 \times 3 = 3,9.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{испi}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{фин.р}^{исп1}} = \frac{4,65}{1} = 4,65; I_{исп2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{фин.р}^{исп2}} = \frac{3,65}{0,998} = 3,657; I_{исп3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{фин.р}^{исп3}} = \frac{3,9}{1} = 3,9.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп2}}{I_{исп1}}$$

Таблица 26 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,998	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,65	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	4,65	3,657	3,9
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,78	0,84

Автоматическая сварка под слоем флюса обозначена в таблице как исполнение 1, ручная дуговая сварка покрытыми электродами как исполнение 2, механизированная сварка в защитных газах как исполнение 3.

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>		<b>ФИО</b>	
1В81		Таран Евгений Сергеевич	
<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>М.В. Тригуб</b>
<b>Уровень образован ия</b>	бакалавриат	<b>Направление/ специальность</b>	15.03.01      Машиностроение: Оборудование и технология сварочного производства

Тема ВКР:

<b>Технология сборки и сварки корпусов парового котла</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<b>Введение</b>	<p><i>Объект исследования:</i> паровой котел  <i>Область применения:</i> электростанции, энергетическая промышленность  <i>Рабочая зона:</i> производственное помещение  <i>Размеры помещения:</i> 10*20 м и более  <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> станок листопрямительный, Ножницы гильотинные, гидравлический пресс, стенд для сварки, аргонодуговой сварочный инвертор, центратор, дефектоскоп  <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> сбор и хранение сжатого воздуха, а также выравнивание давления</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b><u>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</u></b>	<p>Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением" (от 15 декабря 2020 года N 536);          Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»;          ТК РФ Статья 221. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты;          ГОСТ 28193-89 Котлы паровые стационарные          ГОСТ Р 54803-2011 Сосуды стальные сварные высокого давления.          СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"</p>
<b><u>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</u></b>  – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	<p><b>Опасные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним;</li> <li>2. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним;</li> <li>3. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызывать ожоги тканей организма человека;</li> <li>4. Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного</li> </ol>

	<p>оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;</p> <p>5. Ударные волны воздушной среды;</p> <p>6. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов;</p> <p>8. Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями;</p> <p><b>Вредные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышенный уровень общей вибрации;</li> <li>2. Повышенный уровень шума;</li> <li>3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</li> <li>4. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника;</li> <li>5. Монотонность труда;</li> <li>6. Длительное сосредоточенное наблюдение;</li> <li>7. Вредные вещества, выделяющиеся при сварке</li> </ol> <p><b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</b> знаки безопасности, герметизирующие, оградительные, глушители шума, дистанционного управления, предохранительные, заземляющие, средства для вентиляции и очистки воздуха, костюмы защитные, респираторы, сварочные маски, виброизолирующие рукавицы и перчатки, краги, виброизолирующая обувь, защитные очки</p>
<p><b>3. Экологическая безопасность <u>при разработке проектного решения</u></b></p>	<p><b>Воздействие на селитебную зону:</b> СЗЗ не требуется</p> <p><b>Воздействие на литосферу:</b> твердые металлические отходы, утилизация макулатуры, люминесцентных ламп, изношенных средств коллективной и индивидуальной защиты</p> <p><b>Воздействие на гидросферу:</b> отходы эксплуатационных жидкостей, продукты жизнедеятельности персонала</p> <p><b>Воздействие на атмосферу:</b> выбросы сварочного аэрозоля, пагубно воздействующего на атмосферу, из вентиляционных систем, тепловое воздействие вследствие испарения части охлаждающей воды не оказывает существенного влияния на атмосферу, так как ее процентное содержание мало</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях <u>при эксплуатации</u></b></p>	<p><b>Возможные ЧС:</b></p> <p>Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.);</p> <p>Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.);</p> <p>Техногенные аварии (обвал производственного здания, взрыв ресивера в случае неправильной эксплуатации или ошибки при сборке и сварке; пожар в случае взрыва ресивера около взрывчатых веществ)</p> <p><b>Наиболее типичная ЧС:</b> разрушение зданий, сооружений, травмированные люди в результате взрыва парового котла</p>
<p><b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b></p>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Таран Евгений Сергеевич		

## **5 Социальная ответственность**

### **Введение**

В данной части выпускной квалификационной работы будет рассмотрена социальная ответственность и экологическая безопасность, которая является нравственной основой в рамках, которых человек должен сотрудничать с другими людьми и организациями для получения более продуктивной работы. В рамках предоставленной работе будут описаны данные разделы социальной ответственности: правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, производственная безопасность, экологическая безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Объектом исследования в данной выпускной квалификационной работе является технология сборки и сварки корпуса парового котла, сварка будет производиться автоматической сваркой под слоем флюса и механизированной сварки под слоем флюса. Разработка данной технологии необходима для улучшения конкурентности производимого продукта.

На рабочем месте, выполнения работ, должны быть учтены все меры защиты от потенциального действия опасных и вредных факторов производства. Уровень этих факторов должен не превышать предельных значений, установленных правовыми, техническими и санитарно-техническими нормами. Все эти нормативные документы принуждают работодателя создать оговоренные условия труда на рабочем месте.

Обязательные мероприятия по охране труда, а также санитарно-технические условия труда при автоматической и механизированной сварке под слоем флюса на производстве устанавливаются в соответствии с документами: "Системой стандартов безопасности труда", Правилами техники безопасности и производственной санитарии, Правилами устройства и эксплуатации отдельных видов оборудования, различными инструкциями, указаниями и другими документами.

На все виды работ, связанные с электросваркой, принимают людей по предварительным медосмотрам, в последствии эти медосмотры периодически повторяются.

Для изготовления корпуса парового котла будут использованы следующие операции:

- Разметка листов для резки
- Резка листов
- Вальцовка заготовок
- Сварка корпуса

## **5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

Основное назначение трудового законодательства считается установление гарантий трудовых прав и свобод людей, создание благоприятных условий труда, защита прав и интересов сотрудников и нанимателей.

Согласно статье 21 Трудового кодекса Российской Федерации «Основные права и обязанности работника», каждый работник имеет право на:

Заключение, изменение и расторжение трудового договора в порядке и на условиях, которые установлены действующим Кодексом или же иными федеральными законами.

Своевременную выплату заработной платы в полном объеме соответствующую своей квалификации, сложностью труда, количеством рабочих часов и качеством проделанной работы.

Полную достоверную информацию об условиях труда и требованиях охраны труда на рабочем месте, включая реализацию прав, предоставленных законодательством в соответствии с специальной оценкой условий труда;

В обязанности работника входит: бережное отношение к имуществу работодателя в том числе и оборудованию полученному работодателю от третьих лиц если работодатель несет ответственность за сохранность данного имущества; незамедлительно сообщить работодателю либо непосредственному руководителю о возникновении ситуации, представляющей угрозу жизни и здоровью людей, сохранности имущества работодателя (в том числе имущества третьих лиц, находящегося у работодателя, если работодатель несет ответственность за сохранность этого имущества).

Согласно статье 100 Трудового кодекса Российской Федерации «Режим рабочего времени» Режим рабочего времени должен предусматривать продолжительность рабочей недели (пятидневная с двумя выходными днями, шестидневная с одним выходным днем, рабочая неделя с предоставлением выходных дней по скользящему графику, неполная рабочая неделя), работу с ненормированным рабочим днем для отдельных категорий работников, продолжительность ежедневной работы (смены), в том числе неполного рабочего дня (смены), время начала и окончания работы, время перерывов в работе.

### **5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

В этом подпункте будут рассмотрены организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны сварщика.



Требования к размещению аппаратов для сварки, организации рабочих мест прописаны в ГОСТ 12.3.003-86, согласно которому рабочие места сварщиков должны соответствовать следующим требованиям:

Для исполнения сварочных работ на открытых участках цеха место работы сварщика необходимо оградить со всех сторон щитами или ширмами.

При выполнении сварочных работ обязательно наличие работающей местной вытяжной вентиляции;

При размещении постов аргодуговой сварки должно исключать возможность утечки и проникновения защитного газа в смежные расположенные ниже помещения;

При выполнении сварочных работ в одном помещении с другими работами должны быть приняты меры, исключающие возможность воздействия опасных и вредных производственных факторов на работающих.

Полы производственных помещений для выполнения сварки должны быть выполнены из не горючих материалов, обладать малой теплопроводностью, иметь ровную нескользкую поверхность, удобную для очистки, а также удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям в соответствии с действующими строительными нормами и правилами;

Ширина проходов между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также стационарными многопостовыми источниками питания, должна быть не менее 1,5 м и тд.

К выполнению электросварочных и газосварочных работ допускаются работники в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие обязательный предварительный медицинский осмотр, инструктажи по охране труда, обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, стажировку на рабочем месте и проверку знаний в установленном порядке. Периодическая проверка знаний проводится не реже одного раза в 12 месяцев.

Требования к применению средств индивидуальной защиты

Для людей занятых производством электросварочных работ необходимо обеспечение средствами индивидуальной защиты, согласно с правилами обеспечения работников специальной одеждой, обувью и другими средствами индивидуальной защиты.

К спецодежде предъявляются следующие требования: должна быть безвредной, удобной для ношения и не стеснять движения, защищать от искр и брызг расплавленного металла, производственных загрязнений, устойчива к механическим повреждениям. Выбор спецодежды зависит от выбранного метода сварки и условиями труда согласно рекомендациям, ГОСТ 12.4044-89

## 5.2 Производственная безопасность

Для всех методов дуговой сварки плавлением в той или иной степени существует возможность опасных и вредных воздействий на сварщика в связи с факторами, отображёнными в ГОСТ 12.0.003 – 2015 ССБТ. На основании данного ГОСТа были выявлены опасные и вредные производственные факторы, которые представлены в таблице 27

Таблица 27 – Возможные опасные и вредные факторы на рабочем месте.

№ п/п	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1	Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	ГОСТ Р 56906-2016 Национальный стандарт Российской Федерации. Бережливое производство. Организация рабочего пространства

Продолжение таблицы 27 – Возможные опасные и вредные факторы на рабочем месте.

2	Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;	ГОСТ 12.0.002-2014 Система стандартов безопасности труда
3	Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов, способных вызвать ожоги тканей организма человека;	ГОСТ Р 51337-99 Государственный стандарт Российской Федерации безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей.
4	Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работник, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов;	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
5	Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от аргонодуговой сварки;	Приказ Минздрава России от 29.12.2012 N 1679н
6	Опасность поражения током из-за короткого замыкания	ГОСТ 26522-85 Короткие замыкания в электроустановках
7	Риск разгерметизации оборудования, находящегося под высоким давлением.	РД 24.200.11-90. Сосуды и аппараты, работающие под давлением
8	Повышенный уровень локальной и общей вибрации;	ГОСТ 12.1.012 – 2004 ССБТ Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.
9	Повышенный уровень шума;	ГОСТ 12.1.003 – 2014 Система стандартов безопасности труда ШУМ. Общие требования безопасности.
10	Освещение рабочей зоны	СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение

Продолжение таблицы 27 – Возможные опасные и вредные факторы на рабочем месте.

11	Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника;	СанПиН 1.2.3685– 21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
12	Длительное сосредоточенное наблюдение;	Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
13	Вредные вещества, выделяющиеся при сварке	ГОСТ 32423-2013 классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на организм ГОСТ Р 56164-2014 выбросы загрязняющих веществ в атмосферу
14	Струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним;	ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда

**5.2.1 Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним**

Основные причины травматизма при сборке и сварке: неисправный инструмент: молотки, кувалды, гаечные ключи, зубила и т.д., отсутствие защитных очков при зачистке швов от шлака; отсутствие спецодежды и других защитных средств.

Для обеспечения безопасности в данном случае: все указанные средства и инструменты следует подвергать периодическим проверкам; от рабочих требуется строгое соблюдения всех правил по технике безопасности, включая

работу в спецодежде, рукавицах и т.д. Вывешивать в местах, где рабочие наиболее подвержены данному фактору, таблички\плакаты, напоминающие рабочим о применении средств индивидуальной защиты.

Для безопасности организуют и своевременно проводят различные виды инструктажей.

**5.2.2 Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы**

Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним человека или использованы другие средства, предотвращающие травмирования.

Также на местах возможных опасностей случаев, которые могут повлечь за собой травмы, должны находиться предупредительные таблички\плакаты и надписи.

**5.2.3 Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека**

Горячие и холодные поверхности машин и механизмов, доступные оператору, являются причиной риска ожогов и обморожений. Для предотвращения термических ожогов кожного покрова необходимо

использовать индивидуальные средства защиты. Плакаты и вывески, предупреждающие об опасностях и напоминающие рабочим о применении средств индивидуальной защиты.

Для защиты от лучистой энергии рабочих, не связанных со сваркой, наплавкой или резкой металлов, сварочные посты должны ограждаться экранами из несгораемых материалов высотой не менее 1,8 м.

Для защиты от соприкосновения с влажной, холодной землей и снегом, а также с холодным металлом при наружных работах и в помещении сварщика должны обеспечиваться теплыми подстилками, матами, подколенниками и подлокотниками из огнестойких материалов с эластичной прослойкой.

Соблюдать регламентированный график труда и отдыха на открытой территории.

#### **5.2.4 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает человек, включая действие высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов**

При сварке плавлением используют источники тока с напряжением холостого хода  $U_{хх} = 45 - 80$  В, при постоянном токе  $U_{хх} = 55 - 75$  В при переменном токе. Поэтому источником возникновения опасного фактора является источник питания сварочной дуги.

Наиболее характерные травмы, в результате поражения человека данным фактором является поражение электрическим током.

В процессе сварки каждый сварочный аппарат должен быть оснащен отдельным заземляющим проводом непосредственно с заземляющей магистралью, все части автоматов и полуавтоматов должны быть надежно заземлены, плавкие предохранители должны соответствовать паспортным

данным, шкафы, пульты должны иметь дверцы с блокировкой, отключающей первичное напряжение при их открытии.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряжения, электротехнические средства.

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают: защитное заземление; системы защитного отключения; защитное разделение сетей; предохранительные устройства.

Непосредственно перед работой, в обязательном порядке нужно пройти инструктаж по охране труда и пожарной безопасности. А также получение наряда-допуска.

Сварщикам присваивается группа по электробезопасности не ниже II уровня.

#### **5.2.5 Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от аргонодуговой сварки**

Излучения сварочной дуги оказывают вредное воздействие на электросварщика и окружающих людей. Горение дуги сопровождается ярким световым, невидимым ультрафиолетовым, инфракрасным излучениями и образованием сварочного аэрозоля. Видимые световые лучи действуют на глаза, поражая сосудистую и сетчатую оболочку глаза, при длительном воздействии ослабляют зрение. Вдыхание сварочного аэрозоля оказывает негативное влияние как на легкие, печень, так и на нервную систему.

Невидимые ультрафиолетовые лучи оказывают вредное влияние на глаза, поражая сетчатку и роговую оболочку, и кожу человека. Длительное

воздействие этих лучей вызывает слезотечение, боли и рези в глазах, светобоязнь, открытые участки кожи получают ожоги.

Невидимые инфракрасные лучи при длительном воздействии вызывают ожоги кожи и заболевание глаз человека. Даже кратковременное воздействие на небольшом расстоянии сварочной дуги на незащищенные глаза является опасным для зрения. Длительное воздействие дуги в течение нескольких часов может привести к тяжелым заболеваниям.

Воздействие излучения дуги вредно не только для сварщиков, но и для подручных ассистентов. Для предотвращения опасного поражения глаз обязательно применение защитных стекол – наиболее темных для сварщиков и более светлых для вспомогательных рабочих, что должно обеспечить значительное поглощение вредных излучений, связанных с горением дуги.

Основное предназначение щитов ограждения – создание физического препятствия для приближения к электроустановкам с опасным напряжением. Дополнительная функция, возложенная на защитные ширмы, – визуальное предупреждение об опасности. Для этого также используются символы и надписи плакатов безопасности, помещаемых на щитах.

Существуют стационарные ограждения в виде дверцей, крышек и т. п. Наряду со стационарными защитными ограждениями используются временные конструкции. Их устанавливают на время проведения ремонтных работ, связанных с доступом до электроустановок. Очень часто электрики пользуются конструкциями временных защитных ограждений для перекрытия входов в рабочие зоны, в которых существует опасность прикосновения к элементам контактной сети.

Защитные стекла, вставленные в щитки и маски, снаружи закрывают простым стеклом для предохранения их от брызг расплавленного металла. Согласно ГОСТ 12.4.254 щитки изготавливают из изоляционного металла по форме и размерам они должны полностью защищать лицо и голову сварщика.



Для ослабления резкого контраста между яркостью дуги и малой яркостью стены кабины должны быть окрашены в светлые тона с добавлением в окраску окиси цинка с целью уменьшения отражения ультрафиолетовых лучей дуги.

### **5.2.6 Опасность поражения током из-за короткого замыкания**

Короткое замыкание — это незапланированное соединение точек цепи с различными потенциалами друг с другом или с другими электрическими цепями через пренебрежимо малое сопротивление. Основными причинами появления короткого замыкания являются несколько факторов:

- Высокий уровень напряжения, при котором происходит резкий скачок и уровень напряжения начинает превышать допустимые нормы
- При некачественном или старом изоляционном покрытии
- При внешнем воздействии механического типа
- При попадании посторонних предметов на цепь

Для работы с электросетью необходимо использовать специализированные средства индивидуальной защиты, такие как: каски, диэлектрические перчатки и ботинки, изолирующие коврики.

Для предотвращения короткого замыкания производят установку автоматических выключателей или установку плавких предохранителей, выполнять своевременный осмотр электропроводки.

### **5.2.7 Риск разгерметизации оборудования, находящегося под высоким давлением**

Все типы оборудования, работающие при повышенном давлении, обладают повышенной опасностью из-за этого при их эксплуатации существуют дополнительные требования безопасности во избежание, неисправности которое может привлечь к повышенному травматизму сотрудников.

При разгерметизации сосуда, работающего под давлением возможно возникновение двух типов опасности. Первая при дефекте сварного соединения, следствии чего образуется трещина в основном металле из которой выходит насыщенный пар, находящийся под высоким давлением. Что может вызвать получение термических ожогов. Второй тип разгерметизации заключается в взрыве оборудования из-за дефекта или неправильной эксплуатации. При образовании взрыва возможно полное или частичное разрушение сооружения, так же травмирование персонала осколками оборудования или ожоги водяным паром.

При использовании оборудования находящегося под давлением необходимо соблюдать ряд требований

- К эксплуатации оборудования данного типа допускаются только люди получившие специальный допуск для работ с сосудами высокого давления;
- Установка и использование оборудования реализуется только согласно всей технической документации;
- В период работы оборудования необходимо проводить своевременную оценку безопасности согласно нормативной и технической документации;
- Перед началом работ – тщательный осмотр оборудования на отсутствие видимых повреждений.

## **5.2.8 Повышенный уровень локальной и общественной вибрации**

Вибрация является механическим колебательным движением, самым простым видом которого является гармоническое колебание. По способу передачи колебания можно различить на локальную которая передается через руки при взаимодействии с инструментом и общую передаваемую через опорные поверхности.

Основным источником вибраций является электросварочное оборудование. Длительное воздействие вибрации высоких уровней на организм человека приводит к развитию преждевременного утомления, снижению производительности труда, росту заболеваемости и нередко к возникновению профессиональной патологии.

К основным методам и средствам защиты от вибрации являются

- уменьшение интенсивности вибрации в источнике;
- применение вибродемпфирования, динамического виброгашения, активной и пассивной виброизоляции;
- рациональная организация режима труда и отдыха;
- использование средств индивидуальной защиты;
- изменением конструктивных элементов машин и строительных конструкций.

## **5.2.9 Повышенный уровень шума**

Шум является общебиологическим раздражителем и может влиять на органы и системы организма человека. Шум ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации. Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к его утомлению

организма. Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление.

Высокий уровень шума проявляется из-за большого количества производственного оборудования и рабочего персонала, возможны появления головных болей, утомленности, чувств усталости. В худшем случае длительное воздействие шума может привести к уменьшению степени слухового восприятия.

Согласно ГОСТ 12.1.003-2014 при работе на предприятии допускается интенсивность шума в пределах 40–70 дБ. Кратковременно шум может повышаться до 80–90 дБ. При интенсивности более 90 дБ шум вреден для здоровья и тем вреднее, чем продолжительнее его воздействие.

Исходя из данных ГОСТ 51.13330.2011 для защиты от воздействия шума на человека возможны исполнения следующих методик:

- Использование регламентированных средств индивидуальной защиты (наушники, закрывающие ушную раковину снаружи или вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему);
- Подбор рабочего оборудования, обладающего меньшими шумовыми характеристиками;
- Ограничение продолжительности и интенсивности воздействия до уровней приемлемого риска;
- Применение звукоизоляционных ограждающих и конструкций;
- Применение акустических экранов;

### **5.2.10 Освещение рабочей зоны**

Рациональное освещение имеет большое значение для высокопроизводительной и безопасной работы. Нормирование значений освещенности рабочей поверхности для рабочего места составляет не менее 200 люксов. Согласно СП 52.13330.2016.

Различают два типа освещения искусственное и естественное. При сварке внутри емкостей освещение осуществляется светильниками направленного света, установленными вне свариваемого объекта, или ручными переносными светильниками, оборудованными защитной сеткой.

### **5.2.11 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника**

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать СанПиН 1.2.3685-21.

При низкой влажности воздуха происходит быстрое испарение влаги с поверхности слизистых оболочек носа, гортани, легких, что приводит к кашлю, хрипоте, увеличивает риск подхватить респираторную инфекцию и ухудшению состояния в целом.

Для продуктивной работы (При категории работа Пб (233-190Вт)) без риска для здоровья выше перечисленные параметры должны быть приближены к табличным значениям.

Таблица 28 Оптимальные и допустимые значения микроклимата для категории работ Пб:

Сезон года	Влажность, %	Температура, с°	Скорость, м/с Не более
Теплый	Рекомендуемые		
	60-40	19-21	0.2
	Допустимые		
	75-15	16-27	0.5
Холодный	Рекомендуемые		
	60-40	17-19	0.2
	Допустимые		
	75-15	15-22	0.5

Средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест:

- вентиляции и очистки воздуха;
- кондиционирования воздуха; локализации вредных факторов;
- отопления;
- автоматического контроля и сигнализации;
- дезодорации воздуха.

### 5.2.12 Длительное сосредоточенное наблюдение

Активный контроль производственного процесса приводит к снижению работоспособности, увеличению травматизма, что ведет к снижению эффективности труда. Здесь тоже необходимо заменить физическую работу умственной, соблюдать время труда и отдыха.

### 5.2.13 Вредные вещества, выделяющиеся при сварке

Сварочные процессы отличаются интенсивными тепловыделениями, пылевыведениями, приводящими к большой запыленности производственных помещений токсичной мелкодисперсной пылью, и газовыделениями, действующими отрицательно на организм работающих. Некоторые процессы, например, плазменно-дуговая резка, сопровождаются, кроме того, интенсивным шумом, также создающим неблагоприятные условия труда.

Высокая температура сварочной дуги способствует интенсивному окислению и испарению металла, флюса, защитного газа, легирующих элементов. Окисляясь кислородом воздуха, эти пары образуют мелкодисперсную пыль, а возникающие при сварке и тепловой резке конвективные потоки уносят газы и пыль вверх, приводя к большой запыленности и загазованности производственных помещений.

Основными компонентами пыли при сварке и резке сталей являются окислы железа, марганца и кремния. В пыли могут содержаться другие соединения легирующих элементов. Токсичные включения, входящие в состав сварочного аэрозоля, и вредные газы при их попадании в организм человека через дыхательные пути могут оказывать на него неблагоприятное воздействие и вызывать ряд профзаболеваний. Мелкие частицы пыли, проникающие глубоко в дыхательные пути, представляют наибольшую опасность для здоровья, пылинки размером до 10 мкм и более задерживаются в бронхах, также вызывая их заболевания.

К наиболее вредным пылевым выделениям относятся окислы марганца, вызывающие органические заболевания нервной системы, легких, печени и крови; соединения кремния, вызывающие в результате вдыхания их силикоз; соединения хрома, способные накапливаться в организме, вызывая головные боли, заболевания пищеварительных органов, малокровие; окись титана, вызывающая заболевания легких. Кроме того, на организм неблагоприятно

воздействуют соединения алюминия, вольфрама, железа, ванадия, цинка, меди, никеля и других элементов.

Вредные газообразные вещества, попадая в организм через дыхательные пути и пищеварительный тракт, вызывают иногда тяжелые поражения всего организма. К наиболее вредным газам, выделяющимся при сварке и резке, относятся окислы азота (особенно двуокись азота), вызывающие заболевания легких и органов кровообращения; окись углерода (удушающий газ) — бесцветный газ, имеет кисловатый вкус и запах; будучи тяжелее воздуха в 1,5 раза, уходит вниз из зоны дыхания, однако, накапливаясь в помещении, вытесняет кислород и при концентрации свыше 1 % приводит к раздражению дыхательных путей, вызывает потерю сознания, одышку, судороги и поражение нервной системы; озон, запах которого в больших концентрациях напоминает запах хлора, образуется при сварке в инертных газах, быстро вызывает раздражение глаз, сухость во рту и боли в груди; фтористый водород — бесцветный газ с резким запахом, действует на дыхательные пути и даже в небольших концентрациях вызывает раздражение слизистых оболочек.

При работе на нестационарных сварочных постах в замкнутых и полузамкнутых пространствах (отсеках) следует применять местные отсасывающие устройства типа эжекторов, высоковакуумных установок с обеспечением объема удаляемого воздуха от одного сварочного поста 400 – 500 м<sup>3</sup>/ч, но не менее 100 – 150 м<sup>3</sup>/ч, что обеспечивает допустимый уровень загрязненности воздуха. Максимальная разовая предельно-допустимая концентрация (ПДК) аргона в воздухе рабочего места сварщика составляет 27000 мг/м<sup>3</sup>.



### **5.2.14 Струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним**

Во время работы человек может взаимодействовать с такими жидкостями как кипяток или водяной пар.

Попадание кипятка или водяного пара на участки человеческой кожи могут вызвать термические ожоги. Термические ожоги — это ожоги, вызванные теплом от жидкостей, открытым огнем, горячими предметами и взрывами. Наиболее важным приоритетом при термических ожогах является контроль и остановка процесса горения. Термические ожоги можно предотвратить, надев средства индивидуальной защиты, используя тактику предотвращения пожара, а также имея процедуры и планы действий в чрезвычайных ситуациях, связанные с обнаружением и защитой от пожара.

В качестве средств для индивидуальной защиты используются:

- Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.
- Спецодежда – 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, исключаящие попадание искр и капель расплавленного металла.
- Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы со специальной противопожарной пропиткой.

### 5.3 Экологическая безопасность

Охрану природы можно представить, как комплекс государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование природы, восстановление, улучшение и охрану природных ресурсов.

Охрана окружающей среды - комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Основные источники загрязнения окружающей среды в сварочном производстве:

- Твердые отходы (огарки вольфрамового электрода, присадочная проволока, офисная бумага и тд.);
- Газообразные отходы (аргон, углекислый газ, пыль, аэрозоли окисей металлов, выделяющихся в процессе сварки и тд.);
- Жидкие отходы (бытовые отходы, образующиеся в результате влажной уборки помещений, при использовании водопровода);

Предприятие относится к объектам IV категории, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Для утилизации твердых отходов на производстве используют несколько контейнеров для разделения металлических отходов и бытовых отходов. Металлические отходы выбрасываются в отдельную тару, которая после заполнения направляется в соответствующие службы для сортировки по типу металла и переработки, а бытовые отходы хранятся в специальной таре, которая затем вывозится в город специализированными службами для утилизации.

Газообразные отходы перед выбросом проходят обязательную очистку в фильтровентиляционных системах, защищающих атмосферу от загрязнения. В связи с этим каждый сварочный пост должен быть оборудован вытяжкой с фильтром для сбора аэрозолей и пыли, выделяющихся в процессе сварки. Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 % загрязняющих веществ.

Жидкие отходы сбрасываются в городскую канализацию и поступают в центральные очистные сооружения городских очистных сооружений, защищая гидросферу от возможного загрязнения. Макулатура сдается в пункты приема макулатуры специальными службами.

#### Люминесцентные лампы

В соответствии с федеральным классификационным каталогом отходов, утвержденным приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242, лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства, имеющие код 4 71 101 01 52 1, отнесены к отходам I класса опасности (чрезвычайно опасные отходы) и передаются для утилизации только в специализированные организации, имеющие лицензию для данного вида деятельности.

Опасность отработанных и деформированных ламп обусловлена значительным негативным воздействием ртути и ее паров на человека и другие живые организмы. Последствия для здоровья человека могут быть самыми разными: от головных болей и утомляемости до летального исхода.

Просто выбрасывать такие источники света в мусорный бак нельзя, так как ртуть сначала проникает в почву, затем в воду, а впоследствии это вещество может отравить растения и попасть в организм человека. В связи с этим, зная требования обращения с отходами, содержащими ртуть, можно уменьшить количество вредных веществ, проникающих в почву, и обеспечить экологическую безопасность.

## 5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Во время сварочных работ основной возможной чрезвычайной ситуацией является вероятность возникновения пожара и взрыва. Причинами возникновения пожара/взрыва являются короткое замыкание, разбрызгивание расплавленного металла при сварке, искры при плазменной резке металла и другие виды огневых работ. Вероятность взрыва обусловлена тем, что при сварке используется аргон, находящийся под большим давлением в баллоне, который при чрезмерном нагреве и соответственно увеличении давления может взорваться. Также вероятностью взрыва может быть повышенное давление в герметичной емкости

Чтобы избежать данные ЧС нужно соблюдать требования пожарной безопасности.

На предприятии, а в частности в сборочно-сварочном цехе должен быть план эвакуации, составленный с учетом действующего законодательства и всех нормативно-правовых документов.

В сборочно-сварочном цехе должны быть медицинские аптечки, исправные инструменты и оборудование, предохранительные сигналы и устройства, защитные приспособления. Работать с применением неисправных инструментов и оборудования запрещено

С целью предотвращения возможности возникновения пожаров и взрывов требуется:

- Уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети;
- Следить за уровнем давления аргона в баллоне;
- Следить за уровнем давления в герметичной емкости;
- Проверять нормированный уровень аргона в помещении, проветривать

помещение;

- Следить за чистотой на рабочем месте, вытирать скопившуюся пыль;
- Следить за чистотой источника питания и его материнской платы, снимать крышку и пылесосить скопившуюся пыль;
- Все сотрудники должны быть ознакомлены с планом пожарной эвакуации и знать где находятся средства первичного тушения очага возгорания(огнетушители).
- При возникновении аварии или аварийной ситуации работники должны:
- Прекратить работу, отключить электрогазосварочное оборудование и обесточить помещение;
- Выключить приточно-вытяжную вентиляцию и закрыть окна;
- Немедленно сообщить о пожаре руководителю работ и в пожарную охрану, указав точное место его возникновения;
- Оповестить окружающих и при необходимости вывести людей из опасной зоны;
- Приступить к ликвидации пожара, используя первичные средства пожаротушения.

Места проведения сварочных работ должны быть обеспечены средствами первичного пожаротушения. В цехах обычно используются следующие огнетушители:

- Огнетушитель порошковый ОП-3(з);
- Огнетушитель углекислотный ОУ-1.

При возникновении пожара, возгорания вблизи рабочего места электрогазосварщик совместно с другими членами бригады должен отодвинуть газовые баллоны, шланги и другое сварочное оборудование на безопасное расстояние от места возгорания.

Тушение горящих объектов, находящихся на расстоянии менее 2 м от токоведущих частей контактной сети, допускается только углекислотными и порошковыми огнетушителями.

В случае выявления неисправностей газового оборудования, оборудования или приборов в процессе эксплуатации работы должны быть немедленно остановлены, а руководитель работ должен быть проинформирован о происшествии.

## **Вывод по разделу «Социальная ответственность»**

В результате реализации раздела «Социальная ответственность» были учтены следующие пункты: «Правовые и организационные вопросы безопасности», «Охрана труда», «Экологическая безопасность», «Безопасность в чрезвычайных ситуациях». Изучение и развитие этих моментов имеет важное значение как для общества в целом, так и для отдельных эксплуатирующих герметичных установок, поскольку сосуды и герметичные емкости под давлением представляют собой объект повышенной опасности.

Категория помещения по электробезопасности соответствует второму классу – «помещения с повышенной опасностью».

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен обладать не ниже II группы допуска по электробезопасности.

Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности – категория Г. Категория объекта, оказывающего значительное негативное воздействие на окружающую среду – IV категория.

Сотрудники, выполняющие работу с герметичной емкостью и баллонами газа, подвержен вредным и опасным производственным факторам, которые могут при несоблюдении техники безопасности нанести вред человеку, поэтому в соответствии с ГОСТ Р 12.4.296-2013, работодатель обязан обеспечить работника средствами индивидуальной защиты для минимизации воздействия данных факторов.

## **Заключение**

В ходе выполнения выпускной квалификационной работе была разработана технология сборки и сварки корпуса парового котла с габаритными размерами 3900x1900x2000 мм, имеющую толщину стенки 12 мм. Конструкция парового котла разработана из конструкционной углеродистой стали 20.

Для выполнения выпускной квалификационной работы была проанализирована справочная литература, рассмотрены химические и механические свойства, а также особенности сваривания стали 20, подобраны подходящие сварочные материалы и сварочное оборудование, произведен расчет параметров режима сварки.

Рассмотрены основные возможные дефекты и предложены приемы по борьбе с деформациями и возникшими напряжениями. Рассмотрен метод по контролю качества сварного соединения.

Так же были рассмотрены, посчитаны и проанализированы показатели ресурсоэффективности, исходя из которых для изготовления корпуса парового котла самым эффективным будет метод автоматической сварки плавящимся электродом под слоем флюса

Исходя из проведенного анализа раздела социальная ответственность можно увидеть, что производство не оказывает сильного влияние на окружающую среду, а также условия труда рабочих на производстве подходящие под все требования указанных нормативных документов.



## Список использованных источников

1. Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин и др; Под общ. ред. В. Г. Сорокина. — М.: Машиностроение, 1989. — 640 с.
2. Автоматическая дуговая сварка под слоем флюса: методические указания к практической работе / В.Д. Александров, В.Б. Безрук, Б.А. Кудряшов [и др.]. – Москва: Мади, 2014. – 28 с.
3. ГОСТ 8.009-84. Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. – М.: Стандартинформ. 2006.
4. Автоматическая сварка под флюсом [Электронный ресурс] – Электрон. дан., 2017. URL: <https://osvarka.com>. (Дата обращения 25.03.2022).
5. Сварка конструкционных низкоуглеродистых и низколегированных сталей [Электронный ресурс] – Электрон. дан., 2019. URL: <http://svartek.ru>. (Дата обращения 2.04.2022).
6. ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная. Технические условия. – М.: Стандартинформ. 2008.
7. ГОСТ 9087-81. Флюсы сварочные плавные. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
8. ГОСТ 8713-79. Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – М.: Стандартинформ, 2007.
9. Трущенко Е.А. Технологические основы сварки давлением и плавлением. Сварка плавлением: учебно-методическое пособие / Е.А. Трущенко. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 80 с.
10. ГОСТ ISO 6848-2020. Дуговая сварка и резка. Электроды неплавящиеся вольфрамовые. – М.: Стандартинформ. 2020.

11. ГОСТ 19903-2015. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. – М.: Стандартиформ. 2016.
12. РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
13. ГОСТ Р ИСО 17637-2014. Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением. – М.: Стандартиформ. 2020.
14. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницина. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
15. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197 – ФЗ (ред. от 25.02.2022).
16. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Стандартиформ. 2019.
17. ГОСТ Р 56906-2016 Бережливое производство. Организация рабочего пространства. – М.: Стандартиформ. 2020.
18. ГОСТ 12.0.002- 2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения. – М.: Стандартиформ. 2020.
19. ГОСТ Р 51337-99 Безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных величин горячих поверхностей. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000.
20. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
21. ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих

- местах и требования к проведению контроля. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
- 22.ГОСТ 26522-85 Короткие замыкания в электроустановках. Термины и определения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005
- 23.ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.: Сб. ГОСТов. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.
- 24.РД 24.200.11-90 Сосуды и аппараты, работающие под давлением. Правила и нормы безопасности при проведении гидравлических испытаний на прочность и герметичность.
- 25.ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования. – М.: Стандартиформ, 2010.
- 26.ГОСТ 12.1.003 – 2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). ШУМ. Общие требования безопасности. – М.: Стандартиформ, 2019

## **Приложение А**

**(обязательное)**

**Комплект технологической документации**

<i>Дубл.</i>							
<i>Взам.</i>							
<i>Подл.</i>							
						ФЮРА.01190.025	
				НИ ТПУ ИШНКБ ОЭИ		ФЮРА.02190.001	
Технология сборки и сварки корпуса парового котла							
<p>Министерство науки и высшего образования Российской Федерации          Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования          Национальный исследовательский Томский политехнический университет</p>							
<p>СОГЛАСОВАНО:          Доцент ОЭИ ИШНКБ          _____ Першина А.А.</p>				<p>УТВЕРЖДЕНО:          Доцент ОЭИ ИШНКБ          _____ Першина А.А.</p>			
<p>КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ          По разработке корпуса парового котла и технологии его          сборки и сварки</p>							
<p>ПРОКОНТРОЛИРОВАНО:          Доцент ОЭИ ИШНКБ          _____ Першина А.А.</p>				<p>РАЗРАБОТАНО:          студент группы 1В81          _____ Таран Е.С.</p>			
НТД							
<b>ТЛ</b>	Титульный лист						

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
										ФЮРА.02190.1В81025					2		2		
Разраб.			Таран Е.С.			НИ ТПУ ИШНКБ Группа 1В81					ФЮРА 10190.001								
Н.контр.			Першина А.А.			Технология сборки и сварки корпусов парового котла										У			
А		Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции				Обозначение документа									
Б		Код,наименование,оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.			
К/М		Наименование детали,сб.единицы или материала				Обозначение,код				ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.					
A01		1	1	1	005	Разметка				ИОТ №1									
B02		Разметочная плита				3	Слесарь	5	1	1									
К/М3		Листы из стали 20, 8000x2000x12 и 6000x2000x12 мм				ГОСТ 19903-2015													
O04		Произвести разметку согласно эскизу ФЮРА 20190.001																	
T05		Линейка, чертилка, мел																	
06																			
A07		1	1	1	010	Резка				ИОТ №1, ГОСТ 14792-80									
B08		Станок термической резки "СИБИРЬ ARM 2000X9000"				3	Слесарь	5	1	1									
К/М9		Листы из стали 20, 8000x2000x12 и 6000x2000x12 мм				ГОСТ 19903-2015													
O10		Вырезать заготовки, выдерживая размеры, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.001																	
T11		Линейка, чертилка, мел																	
12																			
<b>МК</b>		Маршрутная карта													10				

Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
														ФЮРА.02190.1B81025				3			
																		ФЮРА 10190.002			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции								Обозначение документа								
Б	Код,наименование,оборудования								СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.		
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала								Обозначение,код								ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расч.
A13	1	1	1	015	Вальцовка								ИОТ №1, ГОСТ 18970-84								
B14	Листогиб четырехвалковый гидравлический 4R HSS 25-380 Sahinler								3	Слесарь	5	1	1								
К/М15	2 заготовки из стали 20, 5727x1650x12 мм								ГОСТ 19903-2015, ГОСТ 34347-2017												
O16	Вальцевать заготовки заготовку согласно эскизу ФЮРА.02190.002																				
T17	Линейка, чертилка, мел																				
18																					
A19	1	1	1	020	Гибка днища								ИОТ №1, ГОСТ 18970-84								
B20	Гидравлический пресс модель РНТ 250 TON x 3000								3	Слесарь	5	1	1								
К/М21	Заготовка из стали 20 D=2000 мм								ГОСТ 19903-2015, ГОСТ 34347-2017,ГОСТ 6533-78												
O22	Произвести гибку выдерживая размеры согласно эскизу ФЮРА.20190.003																				
T23	Линейка, чертилка, мел																				
24																					
A25	1	1	1	025	Сборка обечаек								ИОТ №1, ГОСТ 34347-2017								
B26	Роликовый кантователь ВС-1500, сварочный выпрямитель								3	Монтажник	5	1	1								
B27	Сварочная проволока СВ-08А, углекислый газ								3	Монтажник	5	1	1								
К/М28	2 обечайки D=1824 мм								ГОСТ 19903-2015, ГОСТ 34347-2017, ГОСТ 14249-89												
<b>МК</b>		Маршрутная карта																10			

Дубл.																															
Взам.																															
Подл.																															
																		ФЮРА.02190.1В81025	4												
																			ФЮРА 10190.003												
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции													Обозначение документа													
Б	Код,наименование,оборудования													СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.							
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала													Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расч.								
О29	Уложить заготовку на установку, выставить зазоры и закрепить согласно ФЮРА.20190.004																														
Т30	Выполнить прихватки длиной не менее 24-60мм, на расстоянии 120-480мм, прихватки производятся снаружи изделия																														
31	Линейка, металлическая щетка, абразивные круги																														
А32	1	1	1	030	Сварка обечаяк													ИОТ №1, ГОСТ 11533-75													
Б33	Роликовый кантователь ВС-1500, наружный центратор													3	Сварщик	6	1	1													
Б34	Сварочный выпрямитель,сварочная проволока СВ-08А, углекислый газ													3	Сварщик	6	1	1													
К/М35	2 обечайки D=1824 мм													ГОСТ 19903-2015, ГОСТ 34347-2017,ГОСТ 14249-89, ГОСТ 11533-75																	
О36	Выполнить продольный шов в 4 слоя, согласно эскизу ФЮРА.02190.005 в последовательности. Первый слой должен быть выполнен изнутри. Обеспечить полное проплавление, очистить заготовку от шлака																														
Т37	Линейка, металлическая щетка, абразивные круги																														
38																															
А39	1	1	1	035	Стrojка													ИОТ №1, ГОСТ 34347-2017													
Б40	Фаскосниматель GTW-2100													3	Сварщик	5	1	1													
К/М41	Обечайка, днище													ГОСТ 19903-2015, ГОСТ 11533-75																	
<b>МК</b>	<b>Маршрутная карта</b>																		<b>10</b>												



														ФЮРА.02190.1В81025		5	
ФЮРА 10190.004																	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции						Обозначение документа						
Б	Код,наименование,оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала						Обозначение,код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.		
О42	Произвести строжку кромок соблюдая размеры согласно эскизу ФЮРА.20190.006																
Т43	Линейка, штангенциркуль, металлическая щетка, абразивные круги, линейка, штангенциркуль																
44																	
А45	1	1	1	040	Сборка обечайки с днищем						ИОТ №1, ГОСТ 34347-2017						
Б46	Стенд для сборки обечайки с днищем						3	Монтажник	5	1	1						
К/М47	Обечайка, днище						ГОСТ 34347-2017, ГОСТ 10052-75, ГОСТ 2246-70, ГОСТ 14771-76										
О48	Выполнить 8 прихваток обечайки с днищем длиной не менее 24-60мм по диаметру окружности, прихватки производятся по внешним стенках. Уложить заготовку на установку, выставить зазоры и закрепить согласно ФЮРА.20190.006																
Т49	Линейка, штангенциркуль, металлическая щетка, абразивные круги																
50																	
А51	1	1	1	045	Сварка обечайки с днищем						ИОТ №1, ГОСТ 11533-75						
Б52	Сварочный трактор INSAW-630IGBT, сварочная проволока СВ-08А, сварочный флюс АН-348А						3	Сварщик	6	1	1						
К/М53	Обечайка, днище						ГОСТ 34347-2017, ГОСТ 2246-70, ГОСТ 11533-75										
<b>МК</b>																	
Маршрутная карта																10	

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
																ФЮРА.02190.1В81025	6			
																ФЮРА 10190.005				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа										
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.				
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н,расх.				
О54	Выполнить кольцевой шов в 2 слоя, согласно эскизу ФЮРА.02190.007,обеспечить полное проплавление шва, зачистить сварной шов от шлака и брызгов																			
Т56	Линейка, штангенциркуль, металлическая щетка, абразивные круги																			
57																				
А58	1	1	1	050	Строжка двух обечаек					ИОТ №1, ГОСТ 14771-76										
Б59	Фаскосниматель GTW-2100					3	Сварщик	6	1	1										
К/М60	2 обечайи D=1824 мм					ГОСТ 19903-2015, ГОСТ 11533-75														
О61	Произвести строжку кромок соблюдая размеры согласно эскизу ФЮРА.20190.008																			
Т62	Линейка, штангенциркуль, металлическая щетка, абразивные круги																			
63																				
А64	1	1	1	055	Сборка двух обечаек					ИОТ №1, ГОСТ 34347-2017										
Б65	Стенд для сборки обечек,					3	Монтажник	5	1	1										
Б66	Сварочный выпрямитель,сварочная проволока СВ-08А, углекислый газ					3	Монтажник	5	1	1										
К/М67	Обечайка, обечайка со дном					ГОСТ 19903-2015, ГОСТ 34347-2017, ГОСТ 14249-89														
О68	Выполнить 8 прихваток обечайки с днищем длиной не менее 24-60мм по диаметру окружности, прихватки производятся по внешним стенкам согласно ФЮРА.20190.08																			
<b>МК</b>	Маршрутная карта																	10		



				ФЮРА.02190.1В81025												7	
ФЮРА 10190.007																	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа							
Б	Код,наименование,оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.		
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала				Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.			
84																	
A85	1	1	1	070	Строжка					ИОТ №1, ГОСТ 34347-2017							
B86	Фаскосниматель GTW-2100				3	Сварщик	6	1	1								
К/М87	Корпус парового котла				ГОСТ 19903-2015, ГОСТ 11533-75												
O88	Выполнить строжку согласно эскизу ФЮРА.02190.010																
T89	Линейка, штангенциркуль, абразивные круги																
90																	
A91	1	1	1	085	Сборка горловины					ИОТ №1, ГОСТ 34347-2017							
B92	Сварочный выпрямитель,сварочная проволока СВ-08А, углекислый газ				3	Монтажник	5	1	1								
К/М93	Корпус парового котла, горловины				ГОСТ 19903-2015, ГОСТ 34347-2017												
O94	Произвести 4 прихватки горловины с корпусом длиной не менее 20-40мм по диаметру окружности согласно ФЮРА.02190.010																
<b>МК</b>	Маршрутная карта														10		







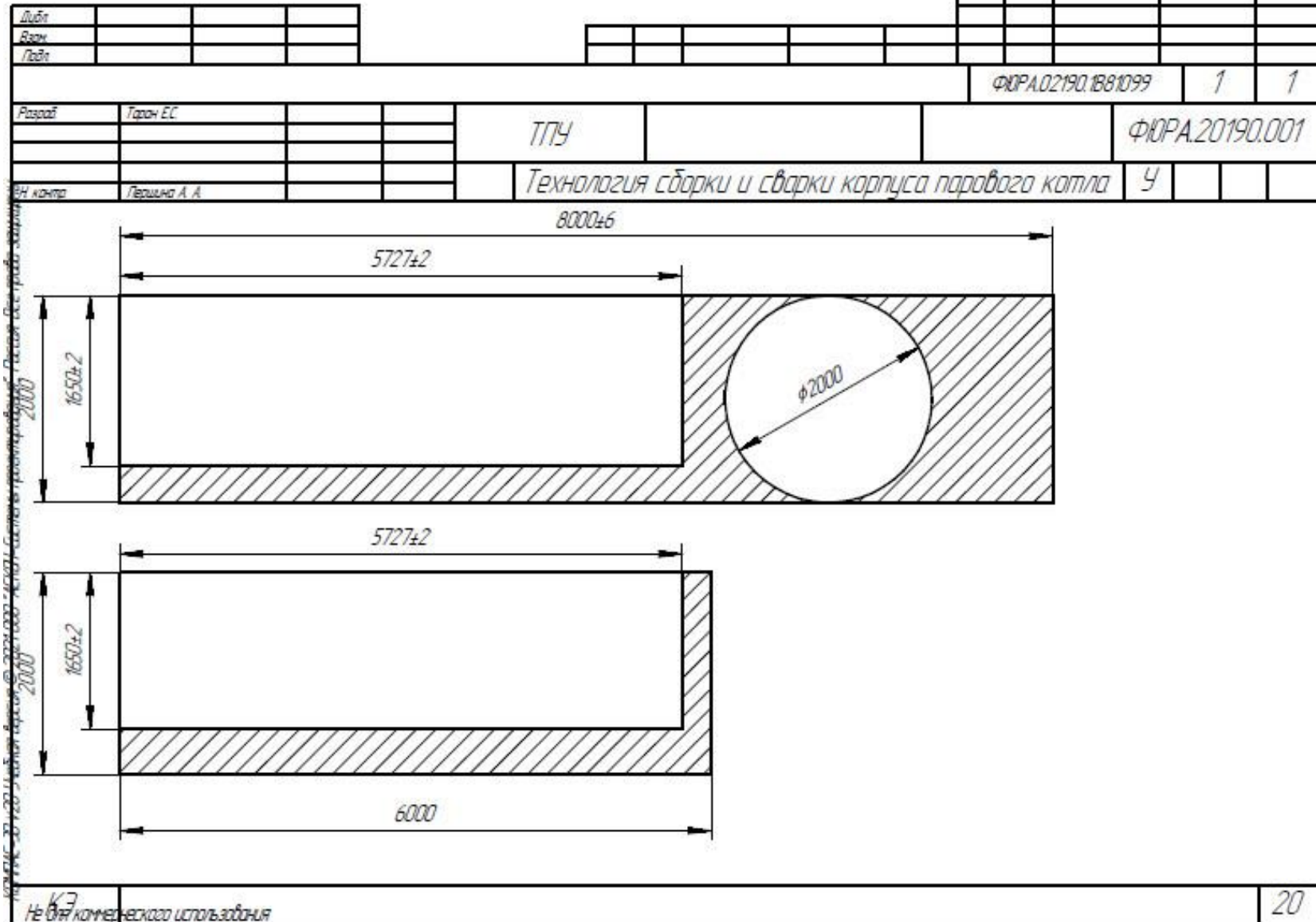




Дубл.																								
Взам.																								
Подл.																								
																	ФЮРА.02190.1В81025		3					
																	ФЮРА 60190.003							
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции								Обозначение документа											
Б	Код,наименование,оборудования								СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.					
КМ	Наименование детали,сб.единицы или материала								Обозначение,код								ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.			
РС1	<i>ПС</i>	<i>НП</i>	<i>ДС</i>	<i>lc</i>	<i>lз</i>	<i>Пл</i>	<i>U</i>	<i>I</i>	<i>Vс</i>	<i>Vn</i>	<i>qоз</i>	<i>qдз</i>	<i>qк</i>	<i>Tu</i>	<i>Tn</i>									
A31	1	1	1	020	Сварка обечайки с днищем								ИОТ №1, ГОСТ 14771-76											
B32	Сварочный трактор INSAW-630IGBT								3	сварщик	6	1	1											
К/М33	Обечайка, днище, сварочная проволока СВ-08А, сварочный флюс АН-348А								ГОСТ 34347-2017, ГОСТ 2246-70, ГОСТ 2246-70, ГОСТ 11533-75															
O34	Выполнить кольцевой шов в 2 слоя, согласно эскизу ФЮРА.02190.008,обеспечить полное проплавление шва																							
РС35	<i>Н1</i>	<i>I</i>			<i>П</i>	<i>34-36B</i>	<i>300-500A</i>	<i>30</i>		<i>6-9</i>														
O36	Произвести контроль сварного соединения																							
T37	Линейка, металлическая щетка, абразивные круги																							
38																								
A39	1	2	1	025	Сборка двух обечаек								ИОТ №1, ГОСТ 16037-80											
B40	Сварочный выпрямитель								3	сварщик	6	1	1											
К/М41	Обечайка, обечайка со дном								ГОСТ 19903-2015, ГОСТ 34347-2017, ГОСТ 14249-89															
К/М42	Сварочная проволока СВ-08А, углекислый газ																							
O43	Выровнять и состыковать кромки.																							
O44	Выполнить 8 прихваток обечайки с днищем длиной не менее 24-60мм по диаметру окружности, прихватки производятся по внешним стенкам согласно ФЮРА.20190.010																							
РС45	<i>Н</i>	<i>I</i>			<i>П</i>	<i>14-16B</i>	<i>80-100A</i>	<i>30</i>		<i>6-9</i>														
<b>OK</b>	Операционная карта																		60					



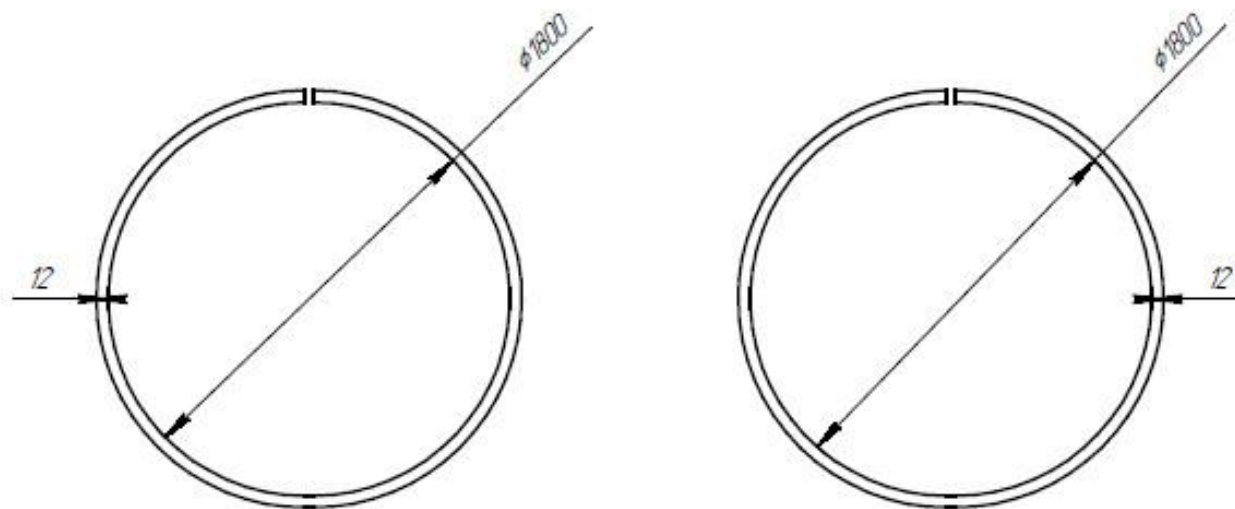




ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

Доп.														
Взам.														
Лист														
										ФЮРА.02190.1881025	1	1		
Разраб.	Таран Е.С.			ТПУ						ФЮРА.20190.002				
И. контр.	Лещина А.А.			Технология сборки и сварки корпуса парового котла							У			



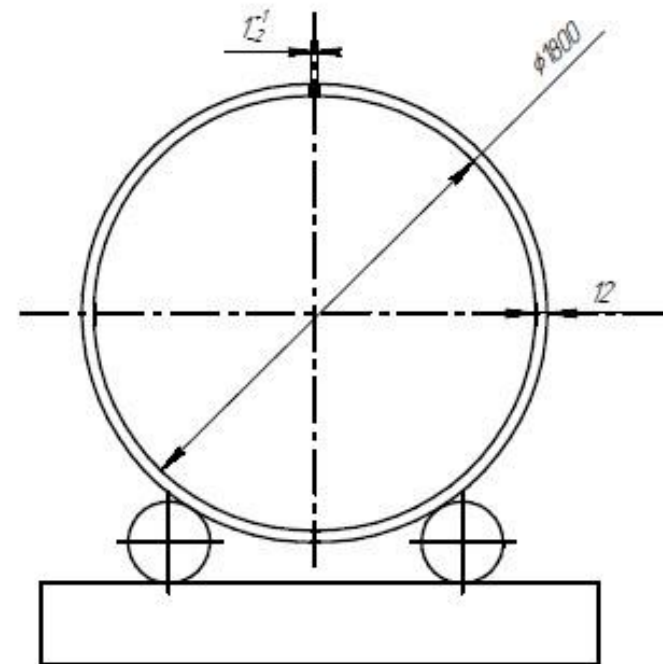
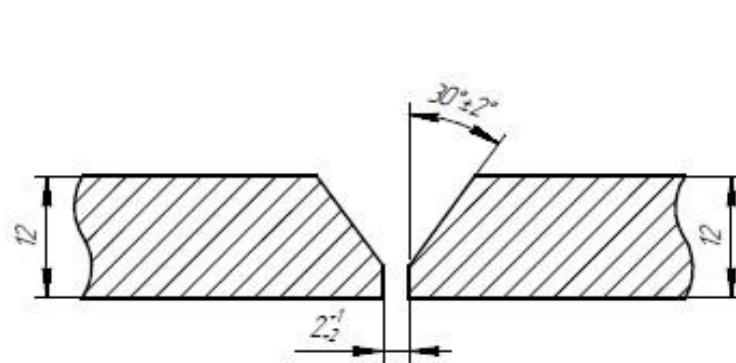
КЭ

20

ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

Дибл										
Вари										
Годн										
								ФЮРА.02190.1881025	1	1
Разраб	Таран ЕС			ТПУ				ФЮРА.20190.004		
Н. контр	Гершина А. А.			Технология сборки и сварки корпуса парового котла				У		



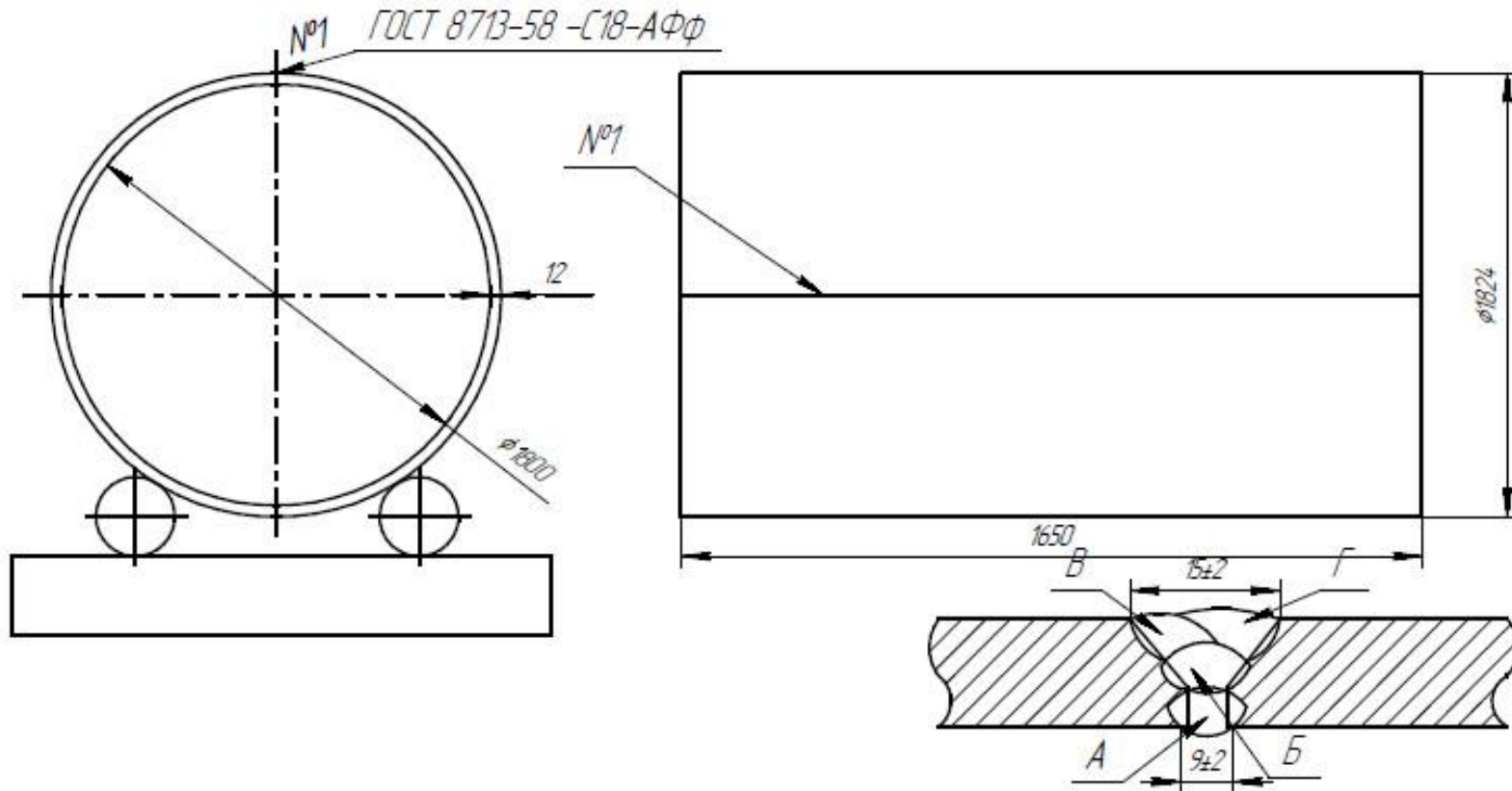
КЭ

20

ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

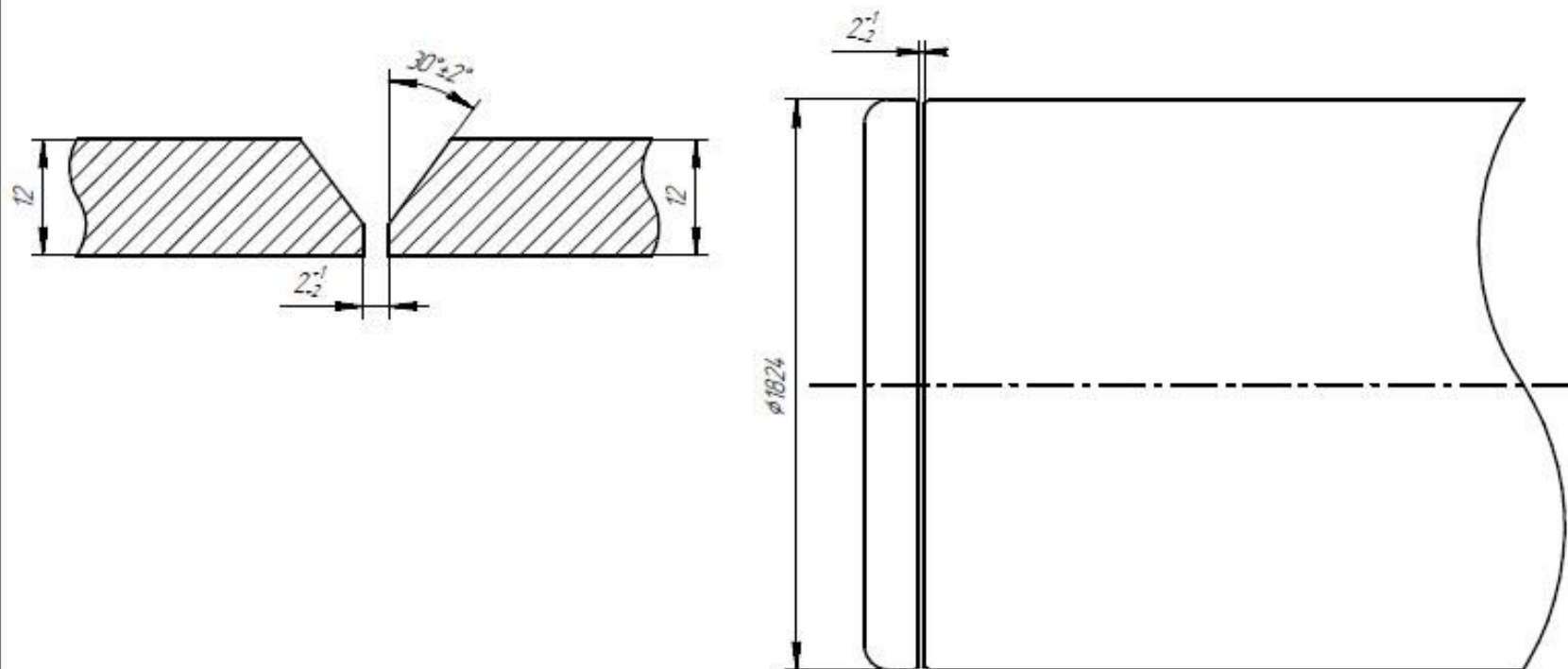
Дибл												
Вари												
Лист												
									ФЮРА.02190.1881025	1	1	
Разраб	Таран ЕС					ТПУ				ФЮРА.20190.005		
Н контр	Лещина А. А.					Технология сборки и сварки корпуса парового котла				У		



КЭ

20

Дибл										
Вари										
Лодл										
								ФЮРА.02190.1881025	1	1
Разраб	Таран ЕС				ТПУ				ФЮРА.20190.006	
И. контр	Гершина А. А.				Технология сборки и сварки корпуса парового котла			У		



КЭ

20

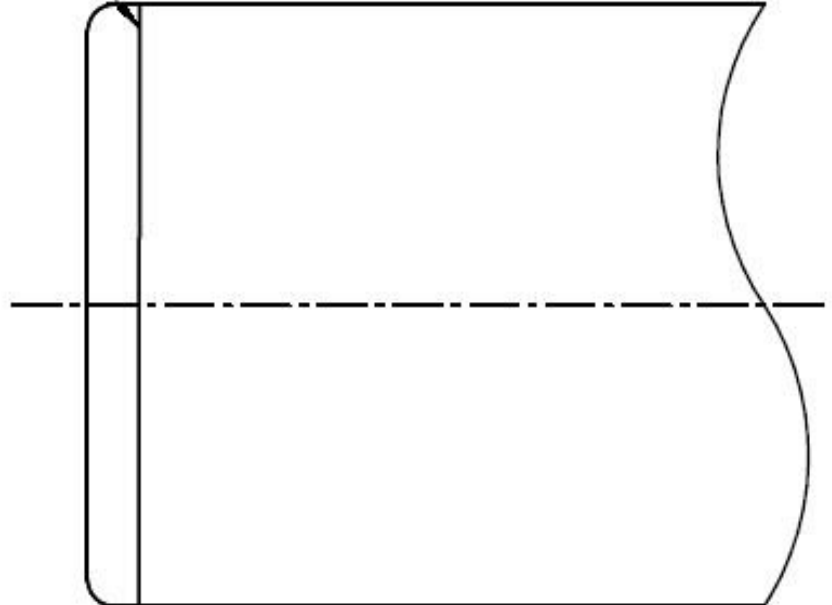
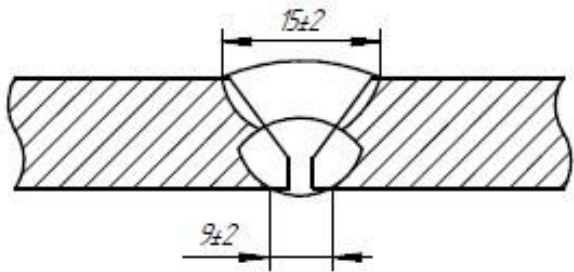


ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

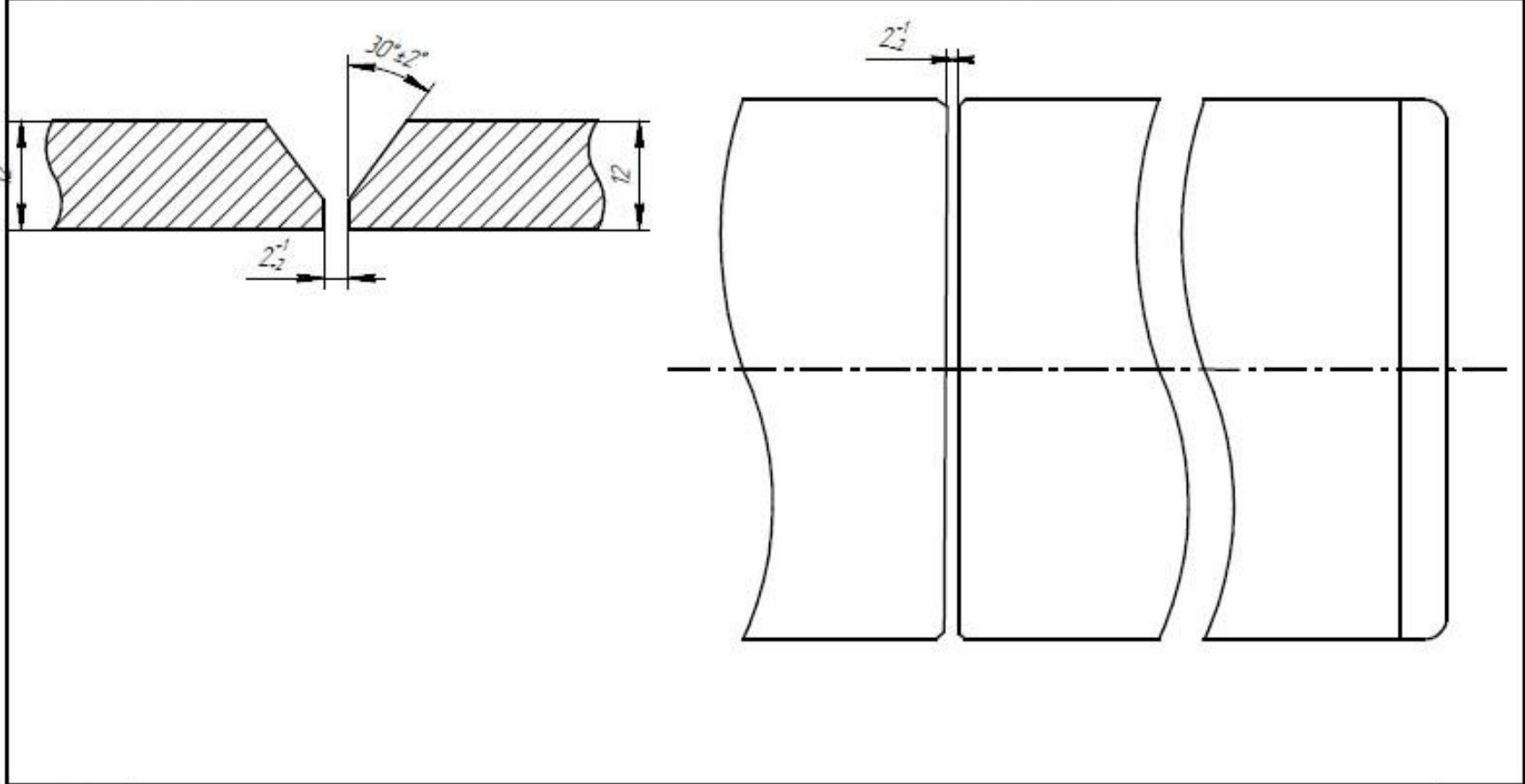
Д.б.л.											
В.з.л.											
Л.д.л.											
								ФЮРА.02190.1881025	1	1	
Разработ	Гарин Е.С.			ТПУ				ФЮРА.20190.007			
И.контр.	Гершина А.А.			Технология сборки и сварки корпуса парового котла						У	

ГОСТ 8713-58 -С18-АФФ



КЭ										20
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Дибл													
Взам													
Лабл													
										ФЮРА.02190.1881025	1	1	
Разраб	Таран Е.С.					ТПУ						ФЮРА.20190.008	
Н контр	Гершина А.А.					Технология сборки и сварки корпуса парового котла					У		

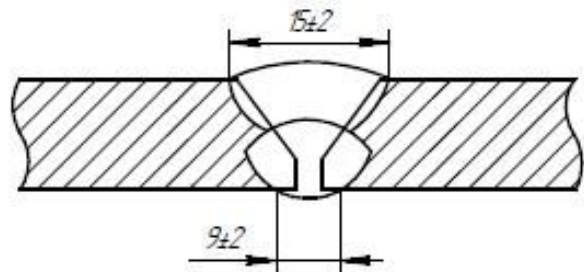


КЭ													20
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

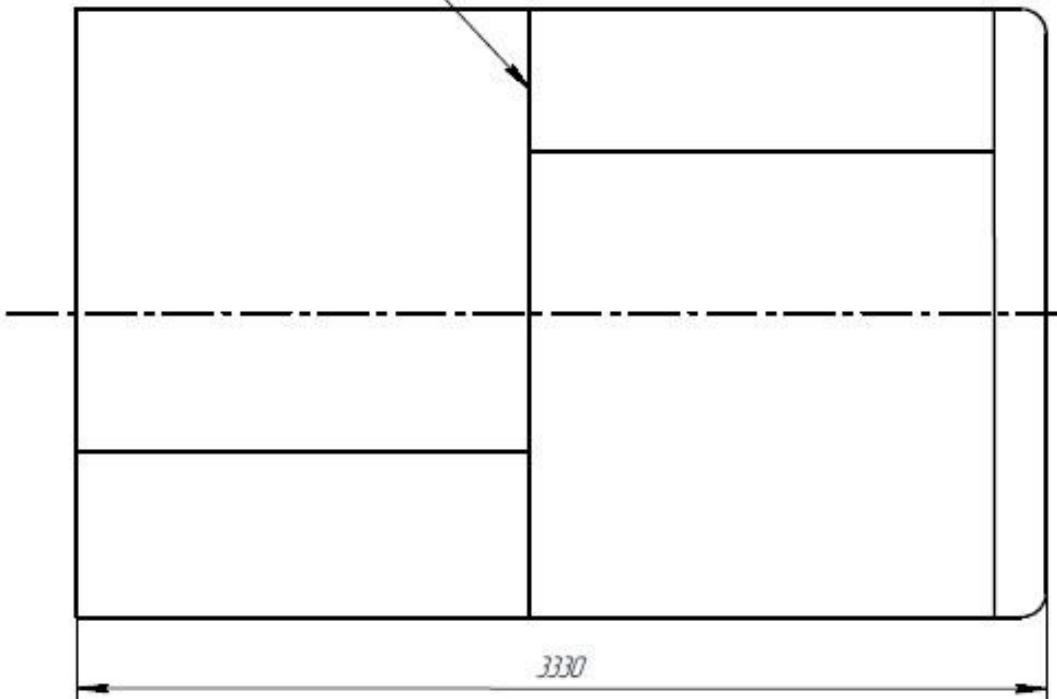
ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

Диле											
Взам											
Годт											
								ФЮРА.02190.1881025	1	1	
Разраб	Таран ЕС			ТПУ				ФЮРА.20190.009			
И контр		Гершино А. А.		Технология сборки и сварки корпуса парового котла				У			



ГОСТ 8713-58 -С18-АФФ

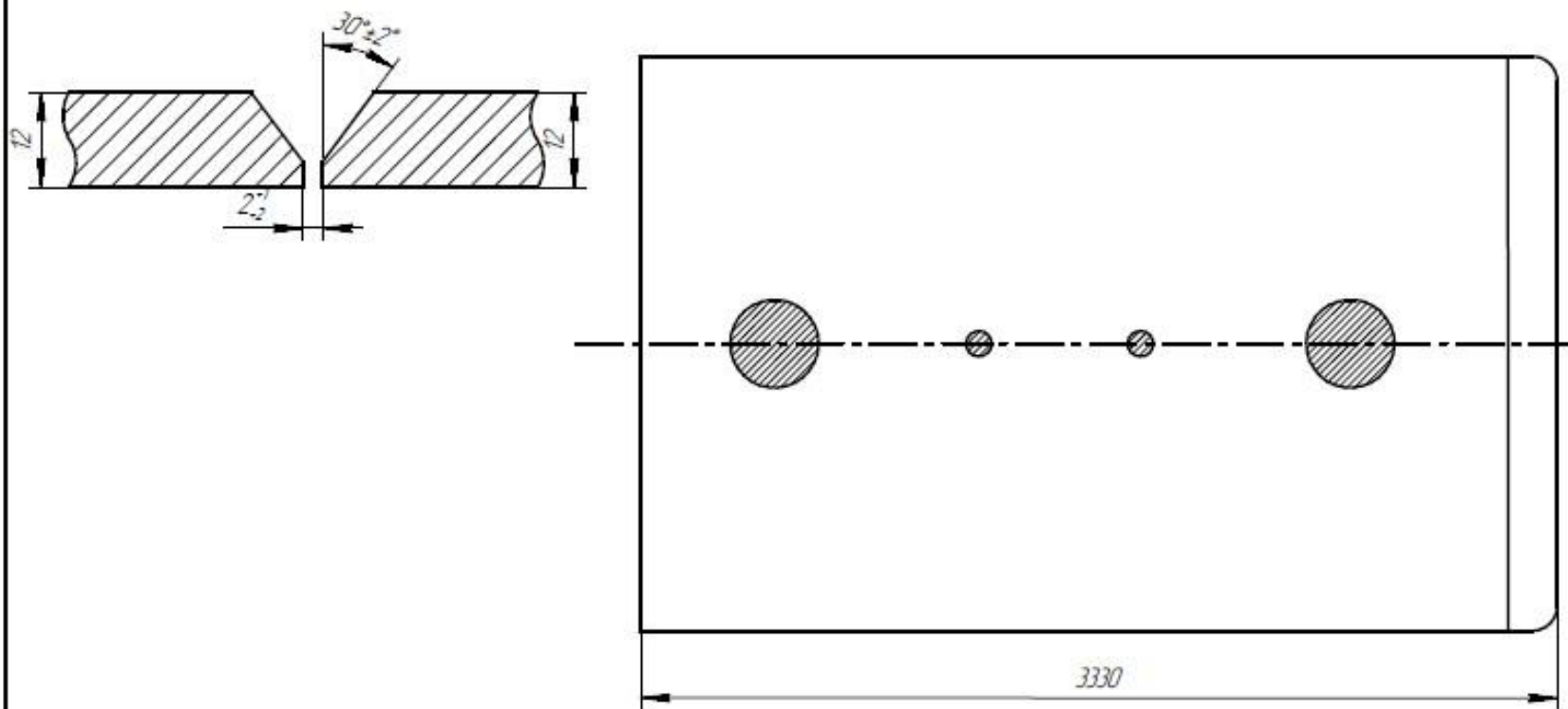


КЭ												20
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

Добл																				
Вари																				
Лобн																				
													ФЮРА.02190.1881025	1	1					
Разроб	Тарон ЕС			ТПУ							ФЮРА.20190.010									
Н контро	Леримо А. А.			Технология сборки и сварки корпуса парового котла							У									



КЭ

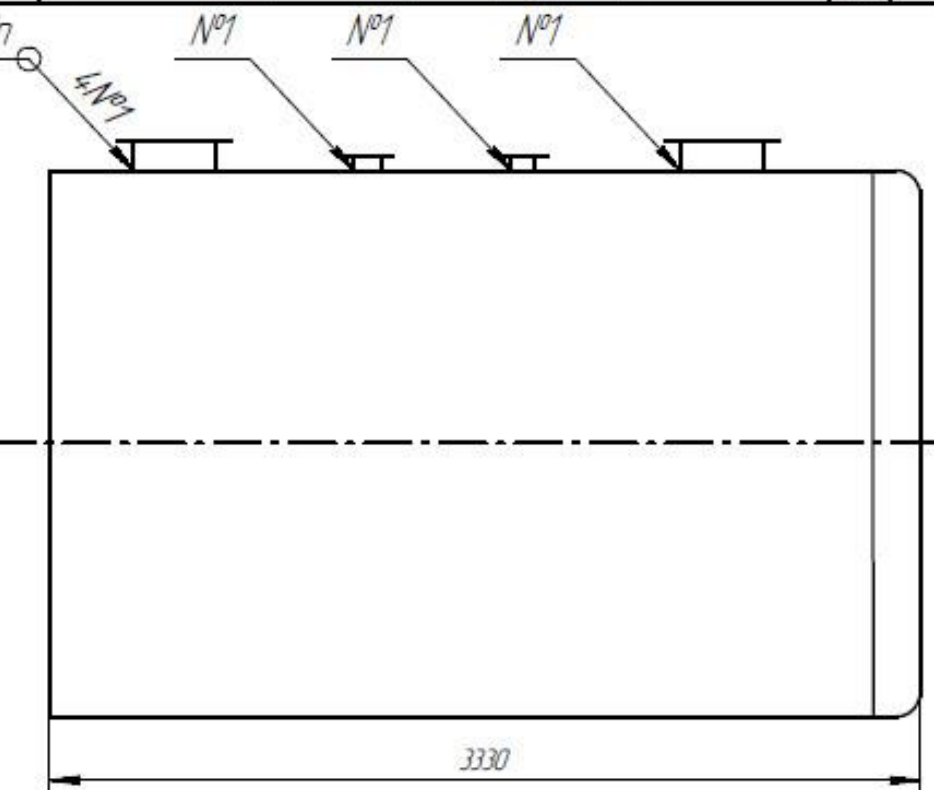
20

ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

Д.ф.л.												
В.з.д.												
Г.д.л.												
							ФЮРА.02190.1881025	1	1			
Разработ	Таран Е.С.					ТПУ				ФЮРА.20190.011		
							Технология сборки и сварки корпуса парового котла			У		
Н. контр.	Гвещина А.А.											

ГОСТ 14.771-76-С17-Уп



КЭ

20