

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Отделение электронной инженерии
 Направление 15.03.01 Машиностроение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Сварка кольцевого шва хвостовика тепловыделяющей сборки

УДК 621.791.752`014:264.62-229.211.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Цыганков Егор Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев Алексей Сергеевич	К.Т.Н.		

Консультант ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Гордынец Антон Сергеевич	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОСГН ШБИП	Жаворонок Анастасия Валерьевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев Милий Всеволодович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина Анна Александровна	К.Т.Н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания для создания и обработки новых материалов
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на машиностроительном производстве, выполнять требования по защите окружающей среды
Универсальные компетенции	
P7	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P10	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Отделение электронной инженерии
Направление 15.03.01 Машиностроение

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) _____ (Дата) Першина А.А.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Цыганков Егор Сергеевич

Тема работы:

Сварка кольцевого шва хвостовика тепловыделяющей сборки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.03.2019 г., №1860/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2019 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Сварка неплавящимся электродом в среде аргона модулируемым током
---	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1 Описание конструкции 2 Производственная система Росатома 3 Анализ причин возникновения дефектов сварных соединений 4 Цель работы 5 Материал сварной конструкции 6 Специфика сварки нержавеющей сталей аустенитного класса 7 Обоснование выбора способа сварки 8 Обоснование выбора сварочных материалов 9 Предлагаемые изменения технологии 10 Контроль качества сварных соединений 11 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 12 Социальная ответственность 13 Заключение
Перечень графического материала	1 Эскиз детали «Хвостовик» 2 Эскизы свариваемых деталей 3 Эскиз разделки кромок
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Жаворонок Анастасия Валерьевна
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01 апреля 2019 г.
--	--------------------------

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев Алексей Сергеевич	К.Т.Н.		

Консультант ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Гордынец Антон Сергеевич	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Цыганков Егор Сергеевич		

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
Уровень образования бакалавриат
Отделение электронной инженерии
Период выполнения весенний семестр 2018 /2019 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.04.2019 г.	Аналитический обзор литературы	10
19.04.2019 г.	Характеристика материала изделия	10
23.04.2019 г.	Выбор способа сварки	10
27.04.2019 г.	Обоснование выбора сварочных материалов	10
30.04.2019 г.	Выбор сварочного оборудования	10
04.05.2019 г.	Разработка технологии сварки	10
08.05.2019 г.	Контроль качества сварных соединений	10
11.05.2019 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
16.05.2019 г.	Социальная ответственность	10
18.05.2019 г.	Заключение по работе	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев Алексей Сергеевич	К.Т.Н.		

Консультант ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Гордынец Антон Сергеевич	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина Анна Александровна	К.Т.Н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 77 с., 6 рис., 26 таблиц, 36 источников.

Ключевые слова: сварка модулируемым током, стали аустенитного класса, тепловыделяющая сборка, сварка в среде аргона неплавящимся электродом, хвостовик.

Объектом исследования являются трубы из стали аустенитного класса 12X18H10T с профилем 159×28 мм, и профилем 114×14 мм.

Цели и задачи работы: разработка технологии сварки, которая снизит количество брака конечного продукта за счет применения нового способа соединения.

В процессе работы был проведен многофакторный эксперимент для сварки опытных образцов на сварочном инверторе KEMPPi Master Tig MLS 3500.

Полученные результаты позволили определить оптимальные режимы и выбрать направление дальнейших исследований по данной теме.

Область применения: данный способ сварки может применяться в разных отраслях: нефтяной, газовой, котельной, электрического промышленности, а также в коммунальном, сельском хозяйстве и кораблестроении.

Экономическая эффективность/значимость работы: результат работы должен повлиять на снижение количества брака после сварки и, соответственно, на уменьшение трудозатрат по их устранению.

Выпускная квалификационная работа бакалавра выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 20011 и графическом редакторе «КОМПАС – 3D V17».

Определения, сокращения и нормативные ссылки:

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- Санитарные правила и нормы 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственной среды;
- Санитарные правила и нормы 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственной среды;
- ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности;
- СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы;
- СНиП 23-05-2010 Естественное и искусственное освещение;
- ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
- ГОСТ 12.1.019-70 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
- ГОСТ Р 22.0.01-94 Безопасность в ЧС. Основные положения;
- Трудовой кодекс, № 197-ФЗ/ Ст. 184 ТК РФ. Гарантии и компенсации при несчастном случае на производстве и профессиональные заболевания;
- ГОСТ 12.3.003-86 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Требования к безопасности;
- ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

$I_{и}$ – ток импульса;

$I_{п}$ – ток паузы;

$U_{и}$ – напряжение импульса;

$U_{п}$ – напряжение паузы;

$t_{и}$ – время импульса;

$t_{п}$ – время паузы;

АЭС – атомная электростанция;

ТВС – тепловыделяющая сборка;

ПСР – производственная система «Росатома»;

ПАО «НЗХК» - публичное акционерное общество Новосибирский завод
химконцентратов;

ОТК – отдел технического контроля;

Оглавление

Введение	12
1 Описание конструкции	14
2 Производственная система Росатома	15
3 Анализ причин возникновения дефектов сварных соединений.....	17
4 Цель работы	19
5 Материал сварной конструкции	20
6 Специфика сварки нержавеющей сталей аустенитного класса	21
7 Обоснование выбора способа сварки	27
8 Обоснование выбора сварочных материалов	32
9 Предлагаемые изменения технологии	33
10 Контроль качества сварных соединений	37
11 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	39
11.1 Планирование научно-технических работ	39
11.1.1 Структура работ в рамках научно-технической работы	39
11.1.2 Трудоемкость выполнения работ	41
11.2 Смета на осуществление научно-технической работы (НТР)	44
11.2.1 Материальные затраты НТР	44
11.2.2 Полная заработная плата исполнителей темы	45
11.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	47
11.2.4 Накладные расходы	48
11.2.5 Формирование сметы на научно-техническую работу	48
11.3 Оценка научного - технического уровня	49
12 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	56
12.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	56
12.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны ...	56

13 Производственная безопасность	57
13.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	57
13.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	58
14 Экологическая безопасность.....	67
15 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	67
Заключение	70
Список использованной литературы	71
Приложения	74

Введение

В течение следующих 50 лет человечество будет потреблять энергии больше, чем было израсходовано за всю предыдущую историю. Сделанные ранее прогнозы о темпах роста энергопотребления не оправдались: оно растет намного быстрее. Ожидается, что к 2030 году оно увеличится на 33% по сравнению с 2016 годом и составит 32,9 трлн кВт · ч. Наибольший рост придется на Азию, где потребление электроэнергии вырастет в 1,5 раза (с 10,8 до 16,4 трлн кВт · ч).

Прогнозы о развитии новых энерготехнологий также не оправдались. Новые источники энергии заработают в промышленном масштабе и по конкурентоспособным ценам не ранее 2030 года. Все острее встает проблема нехватки ископаемых энергоресурсов. Возможности строительства новых гидроэлектростанций тоже весьма ограничены.

Не стоит забывать и о борьбе с «парниковым эффектом», накладывающей ограничения на сжигание нефти, газа и угля на тепловых электростанциях (ТЭС). Мировой уровень выделяемого углекислого газа составляет около 32 млрд тонн в год и продолжает расти. Прогнозируется, что к 2030 году объем выделяемого углекислого газа превысит 34 млрд тонн в год.

Решением проблемы может стать активное развитие ядерной энергетики, одной из самых молодых и динамично развивающихся отраслей глобальной экономики. Все большее количество стран сегодня приходят к необходимости начала освоения мирного атома.

Установленные мощности мировой атомной энергетики составляют 390 гигаватт. Если бы вся эта мощность генерировалась за счет угольных и газовых источников, то в атмосферу ежегодно выбрасывалось бы дополнительно около 2 млрд тонн углекислого газа. По оценкам межправительственной группы экспертов по изменению климата, все бореальные леса (таежные леса, расположенные в северном полушарии) ежегодно поглощают около 1 млрд тонн CO₂, а все леса планеты – 2,5 млрд

тонн углекислоты. То есть, если за критерий взять влияние на уровень CO₂ в атмосфере, атомная энергетика соизмерима с «экологической мощностью» всех лесов планеты.

В чем преимущества ядерной энергетики?

Огромная энергоемкость

1 килограмм урана с обогащением до 4%, используемого в ядерном топливе, при полном выгорании выделяет энергию, эквивалентную сжиганию примерно 100 тонн высококачественного каменного угля или 60 тонн нефти.

Повторное использование

Расщепляющийся материал (уран-235) выгорает в ядерном топливе не полностью и может быть использован снова после регенерации (в отличие от золы и шлаков органического топлива). В перспективе возможен полный переход на замкнутый топливный цикл, что означает практически полное отсутствие отходов.

Снижение «парникового эффекта»

Интенсивное развитие ядерной энергетики можно считать одним из средств борьбы с глобальным потеплением. К примеру, атомные станции в Европе ежегодно позволяют избежать эмиссии 700 миллионов тонн CO₂. Действующие АЭС России ежегодно предотвращают выброс в атмосферу около 210 млн тонн углекислого газа. По этому показателю Россия находится на четвертом месте в мире.

Развитие экономики

Строительство АЭС обеспечивает экономический рост, появление новых рабочих мест: 1 рабочее место при сооружении АЭС создает более 10 рабочих мест в смежных отраслях. Развитие атомной энергетики способствует росту научных исследований и объемов экспорта высокотехнологичной продукции [7].

Целью данной работы является разработка технологии сварки кольцевых швов из нержавеющей стали аустенитного класса 12X18H10T

необходимого качества. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- разработка методики многофакторного эксперимента;
- расчетное определение тепловложения при сварке на постоянном и пульсирующем токе;
- сварка опытных образцов.

1. Описание конструкции

Конструкция Хвостовика (рис. 1) представляет собой две трубы, одна труба с профилем 159×28 мм, вторая труба с профилем 114×14 мм.

Хвостовик является опорной сварной конструкцией из корпуса и системы ребер. Ребра заключены в шестигранник, переходящий в цилиндр. Нижняя часть корпуса хвостовика снаружи имеет опорную сферическую часть, переходящую в цилиндр. На наружной поверхности хвостовика имеется фиксатор, который, взаимодействуя с ответным пазом опорного стакана шахты реактора, обеспечивает соответствующее положение ТВС в активной зоне.

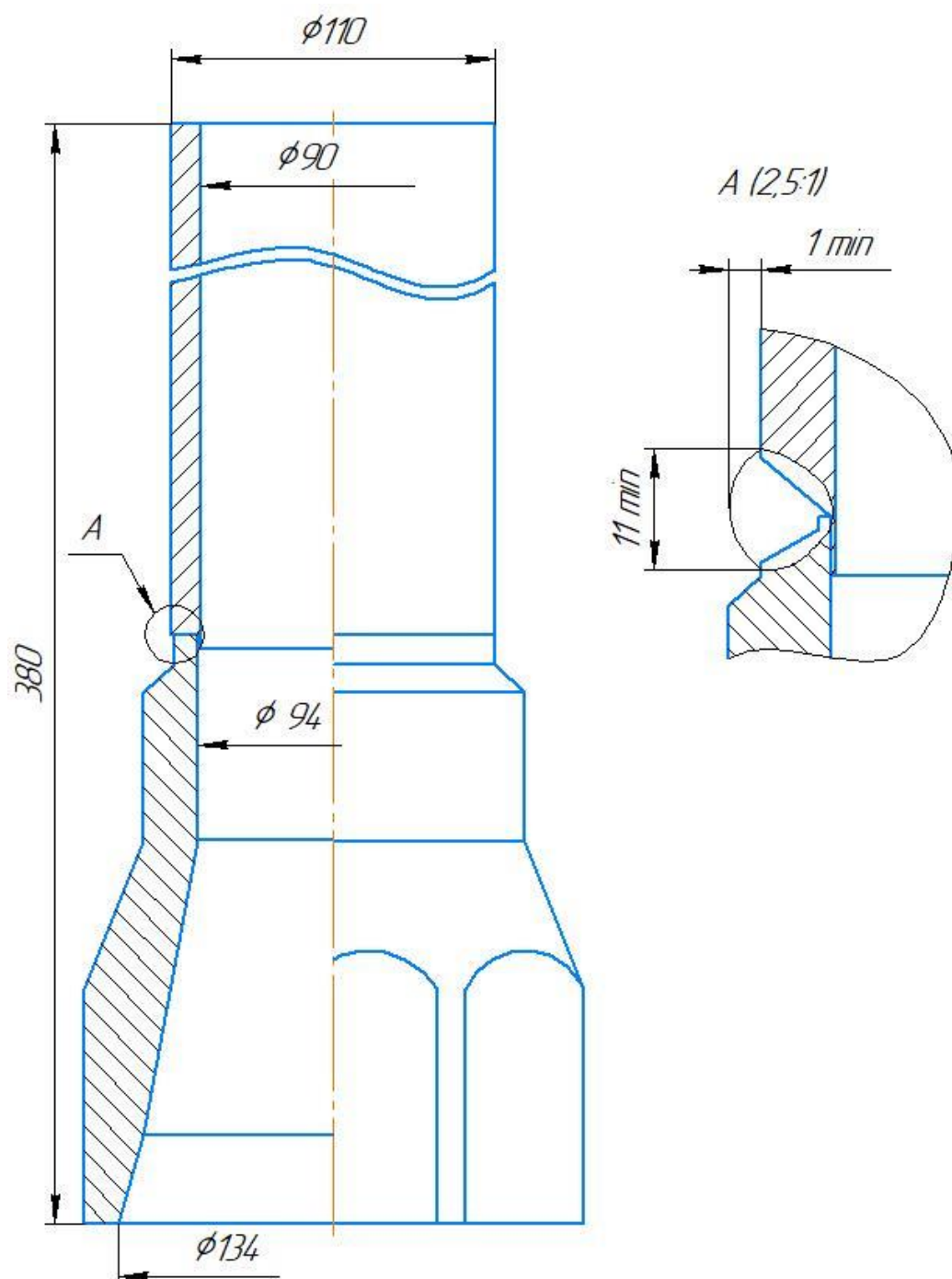


Рисунок 1 - Хвостовик ТВС

2. Производственная система «Росатома»

В основе ПСР лежат пять принципов, которые призывают сотрудников быть внимательными к требованиям заказчика (не только по отношению к конечному потребителю, но и к участку-потребителю, цеху-потребителю и даже последующему оператору); решать проблемы на месте их возникновения; встраивать качество в процесс, не производить брак; выявлять

и устранять любые потери (излишние складские запасы, межоперационные заделы, время простоя, лишние перемещения и т.д.); быть примером для коллег.

Эти принципы были сформулированы на базе лучших образцов отечественного и зарубежного опыта, в частности, системы научной организации труда, производства и управления (НОТПиУ) Министерства среднего машиностроения СССР и Toyota Production System японской автомобильной компании «Тойота». Производственная система «Росатома» нацелена на выполнение стратегических целей Госкорпорации, а отраслевые ПСР-проекты направлены на рост производительности, снижение себестоимости и повышение качества продукции. Знание и умение применять инструменты ПСР является обязательным условием для профессионального и карьерного роста сотрудников атомной отрасли.

В начале 2015 года было принято решение о применении системного подхода в развертывании ПСР на предприятиях: декомпозиции целей до уровня начальника участка, оптимизации производства основных продуктов предприятия (производственные потоки), реализации ПСР-проектов, обучении и мотивации сотрудников. К 2017 году контур системного развертывания вырос с 10 до 23 ПСР-предприятий. До 2020 года их будет около 30, их продукция будет формировать около 80% общей себестоимости Росатома.

В рамках данного проекта необходимо разработать мероприятия по корректировке технологии сварки детали «Хвостовик». Необходимость в этой работе обусловлено систематическим появлением браковочных признаков на данной детали, после данной операции.

Несоответствие продукции качественным характеристикам ведет к большим потерям материальных ресурсов, рабочего времени и нарушает стабильность поточной системы производства.

Говоря о поточной системе производства, в настоящее время, на производственных площадях предприятия ПАО «НЗХК» осуществляется

программа по компактизации оборудования. Эта работа выполняется в рамках проекта "Фабрикация", который включает в себя оптимизацию производства топлива как для энергетических, так и для исследовательских реакторов. Результатом проекта станет сокращение площади фабрикации производства почти вдвое, что должно благоприятно отразиться на его экономической эффективности и производительности труда персонала [8].

3. Анализ причин возникновения дефектов сварных соединений

При сварке кольцевых швов детали «Хвостовик» чаще всего возникает дефект в виде пор. Порами называют газовые полости в швах, имеющие округлую, вытянутую или более сложную форму. Они возникают при первичной кристаллизации металла сварочной ванны в результате выделения газов. Поры могут быть микроскопическими (несколько микрометров) и крупными (4...6 мм). В отраслевом стандарте, регламентирующем требования к сварочным соединениям работающих в активных зонах ядерных реакторов существует предельный допуск размера поры, составляющий 0,3 мм. Однако количество пор в сварном шве не регламентируется.

Причинами возникновения пор могут быть:

- загрязнение кромок свариваемых деталей (плохая зачистка);
- плохая защита зоны сварки;
- повышенная влажность защитного газа;
- низкая квалификация сварщика;
- высокая скорость сварки;
- повышенное содержание углерода в основном металле.

Действующий технологический процесс обязывает контролеров ОТК проверят чистоту свариваемых кромок перед началом сварки. Осуществляется это одним мазком х/б салфетки для первого изделия в смене с отметкой в маршрутном листе. Согласно технологической инструкции, сварщик, после сборки детали в приспособлении, обязан протереть кромки и околошовную зону х/б салфеткой пропитанной этиловым спиртом.

Во время проведения практических исследований к данной работе было установлено, что все сварщики неуклонно выполняют данную процедуру, а контролеры ОТК добросовестно выполняют свою работу. Исходя из этого можно сказать, что загрязнение кромок либо их некачественная зачистка не являются причинами возникновения пор в металле шва.

Появлением пор может стать плохая защита зоны сварки. На территории ПАО «НЗХК» организовано производство аргона высшего сорта. Так, аргон попадает на сварочные посты оп магистральному трубопроводу из соседнего цеха. Из этого вытекает необходимость установки осушителей, потому как трубопровод проложен через улицу и существует вероятность насыщения аргона влагой, особенно в межсезонный период, когда точка росы особенно нестабильна. На данный момент этот вопрос остается не решенным, на магистральном трубопроводе, подающем аргон на сварочные посты отсутствуют осушители.

Также, из-за специфики разделки кромок свариваемых деталей, защитному газу трудно проникнуть внутрь трубы, чтобы обеспечить защиту сварочной ванны изнутри. Проблему с защитой зоны сварки мы попытаемся решить в данной работе.

Аттестация сварщиков осуществляется внутри завода и состоит из сдачи практических и теоретических экзаменов. Практическая часть заключается в следующем, сварщик должен выполнить сварочное соединение двух пластин из стали 12X18H10T толщиной 10 мм и длиной 250 мм. Сварка осуществляется в нижнем положении с присадочным материалом в несколько проходов (не менее 3). Затем, сваренные им пластины обрабатываются на фрезерном станке и нарезаются на несколько образцов, которые в дальнейшем испытывают на механические свойства и межкристаллитную коррозию. В случае, если все образцы проходят испытания, сварщик допускается к сдаче теоретической части, в ходе которой проверяются теоретические знания сварщика. Аттестация проходит ежегодно, либо в случае перерыве в работе более 30 дней. Если в течении года, в период между аттестацией, к сварщику

не было претензий по качеству выполняемых им работ, выговоров или дисциплинарных взысканий, допускается продлить аттестацию на один год без сдачи экзаменов, но не более двух раз подряд. На данный момент, на предприятии ПАО «НЗХК» практически все сварщики имеют 6 разряд и огромный опыт работы. Поэтому, вероятность брака по причине низкой квалификации также не рассматривается.

Скорость сварки также не является причиной возникновения браковочных признаков, так как в процессе поиска причины был произведен хронометраж выполнения работ каждого сварщика, результат которого не дал ответа на цель работы. Все сварщики хоть и варили с незначительной разницей в скорости, но в пределах допустимых технологическим процессом, поры, тем не менее обнаружались у каждого.

Однако и качество металла соответствует требованиям ГОСТов. Это доказывается при прохождении покупного металла входного контроля. Проверяются механические свойства, химический состав и стойкость к межкристаллитной коррозии. Металл, не прошедший этих испытаний не может быть использован в дальнейшем производстве и изолируется от годного металла.

4. Цель работы

На текущий момент, из-за постоянного стремления снизить себестоимость на продукцию, со стороны руководства завода, было принято решение организовать поточную линию производства и снизить вероятность брака до 100%.

Действующая технология сварки детали «Хвостовик» не может гарантированно обеспечить выхода продукции в категорию годной. Периодически фиксируются дефекты сварных соединений в виде пор. Сложившаяся ситуация мешает налаживанию стабильного производственного потока, так как для деталей с дефектами необходимо инициировать повторное прохождение производственного цикла.

Суть проблемы состоит в том, что причина возникновения дефектов кроется именно в самом процессе сварки, что мы ранее доказали. Следовательно, необходимо пересмотреть действующую технологию процесса сварки и внести следующие улучшения:

- обеспечить защиту зоны сварки изнутри свариваемых деталей;
- рассмотреть сварку пульсирующим током, как альтернативную;
- обеспечить необходимое качество защитного газа.

5. Материал сварной конструкции

Сталь 12X18H10T – коррозионностойкая аустенитного класса (ГОСТ 5632 – 2014). Заменителями являются стали: 08X18Г8Н2Т, 10X14Г14Н4Т, 12X17Г9АН4, 08X22Н6Т, 08X17Т, 15X25Т, 12X18Н9Т.

В промышленности используется для изготовления деталей, работающих при температуре до $+600^{\circ}\text{C}$, а при наличии агрессивной среды – до $+350^{\circ}\text{C}$ [23].

Таблица 1 – Химический состав стали 12X18H10T, в % [22]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Ti	Fe
до 0,12	до 0,8	до 2	9 - 11	до 0,02	до 0,035	17 - 19	до 0,3	0,4 - 1	~ 67

Таблица 2 – Механические свойства при $T = 20^{\circ}\text{C}$ стали 12X18H10T [23]

Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное сужение, %	Относительное удлинение при разрыве, %
540	205	55	40

Хромоникелевая аустенитная сталь 12X18H10T является наиболее распространенной в промышленности благодаря разнообразию эксплуатационных свойств. Она имеет высокую коррозионную стойкость в ряде жидких сред, устойчивость против межкристаллитной коррозии после теплового воздействия в процессе сварки, относительно мало охрупчивается в результате длительного воздействия высоких температур и может быть использована в качестве жаропрочного материала при температурах $\sim +600^{\circ}\text{C}$.

Имея высокую пластичность в условиях глубокого холода, эта сталь нашла свое применение в установках для получения жидкого кислорода.

Сварные швы конструкции, работающей в контакте с агрессивными жидкостями, должны обладать стойкостью против межкристаллитной коррозии (МКК). Основная причина образования межкристаллитной коррозии – размер аустенитного зерна стали. Рост зерна в околошовной зоне не влияет на механические свойства сварного соединения, но он крайне нежелателен с точки зрения коррозионной стойкости околошовной зоны, особенно на участке непосредственного примыкания ко шву. При нагреве свариваемых участков до температур, превышающих $+1200...1250^{\circ}\text{C}$, карбиды титана растворяются в аустените. При последующем медленном охлаждении, в особенности в интервале критических температур ($+450...875^{\circ}\text{C}$), способных вызвать распад твердого раствора, происходит выпадение карбидной фазы по границам зерен аустенита и обеднение их хромом. В итоге, сваренный металл приобретает склонность к МКК. Во избежание этого, необходимо строго контролировать химический состав свариваемого металла, а именно, содержание углерода не должно превышать 0,12%, а соотношение титана к углероду Ti/C должно быть не менее 7/1 [21].

6. Специфика сварки нержавеющей сталей аустенитного класса

Основные трудности сварки рассматриваемых сталей обусловлено многокомпонентностью их легирования. Главной и общей особенностью сварки является склонность к образованию в шве и околошовной зоне горячих трещин, имеющих межкристаллитный характер. Они могут наблюдаться как в виде мельчайших микронадрывов, так и видимых трещин. Горячие трещины могут возникнуть и при термической обработке или работе конструкции при повышенных температурах. Образование микротрещин связано с формированием при сварке крупнозернистой макроструктуры, особенно выраженной в многослойных швах, когда кристаллы последующего слоя продолжают кристаллы предыдущего слоя, и наличием напряжений усадки.

Металлу сварных швов свойственны ячеисто-дендритные формы кристаллизации, что приводит к образованию крупных столбчатых кристаллов и обогащению междендритных участков примесями, образующими легкоплавкие фазы. В аустенитных швах столбчатая структура выражена наиболее четко. Применение методов, способствующих измельчению кристаллов и устранению столбчатой структуры, повышает стойкость швов к образованию горячих трещин. Одним из таких методов является получение швов, имеющих в структуре некоторое количество первичного δ – феррита. Положительное действие феррита в аустенитно-ферритных швах на предупреждение образования в них горячих трещин связано с изменением схемы кристаллизации и большей растворимостью в нем ликвидирующих примесей. Одновременное выпадение из жидкой фазы кристаллов аустенита и первичного δ – феррита приводит к измельчению и дезориентации структуры, то есть к уменьшению сечения столбчатых кристаллов, разделенных участками первичного δ – феррита. В результате вероятность образования горячих трещин по местам расположения жидких прослоек уменьшается. Получение аустенитно-ферритных швов достигается их дополнительным легированием ферритообразующими элементами, такими как хром, кремний, алюминий, молибден и др. В изделиях, работающих как коррозионностойкие, при температурах до $+400^{\circ}\text{C}$, допускается содержание феррита до 20...25%.

В околошовной зоне жаропрочных аустенитных сталей под действием термического цикла сварки снижаются пластические и прочностные свойства, что может привести к образованию в этой зоне трещин. Подобные изменения свойств основного металла вызываются развитием диффузионных процессов, приводящих к повышению концентрации в металле околошовной зоны поверхностно-активных элементов (углерода, кислорода и др.), которые совместно с другими примесями могут образовывать легкоплавкие эвтектики и в конечном итоге обуславливать появление горячих трещин. Кроме того, при длительной эксплуатации в этой зоне могут выделяться мелкодисперсные карбиды и интерметаллиды. Образование непрерывной прослойки карбидов

и интерметаллидов по границам зерен приводит к охрупчиванию шва. При сварке этих сталей для предупреждения горячих трещин в шве часто получают наплавленный металл, по составу отличающийся от основного и имеющий двухфазную структуру. Однако в процессе высокотемпературной эксплуатации происходит карбидное и интерметаллидное упрочнение такого наплавленного металла и соответствующее снижение его пластических свойств, что приводит к локализации в околошовной зоне деформаций и образованию в ней трещин. Этому способствуют и значительные остаточные сварочные напряжения, а также рабочие напряжения. Предотвращение подобных локальных разрушений достигается термической обработкой: аустенизацией при $+1050...1100^{\circ}\text{C}$ для снятия остаточных сварочных напряжений, самонаклепа и придания сварочному соединению более однородных свойств. В некоторых случаях аустенизация сопровождается последующим стабилизирующим отжигом при $+750...800^{\circ}\text{C}$ для получения относительно стабильных структур в результате выпадения карбидной и интерметаллидной фаз.

Локальные разрушения характерны для участка перегрева околошовной зоны и являются межкристаллическими разрушениями вследствие концентрации деформаций по границам зерен и развития процессов межзеренного проскальзывания.

При сварке аустенитных сталей в околошовной зоне возможно образование холодных трещин. Поэтому до сварки необходимо произвести их аустенизацию для получения высоких пластических свойств металла, а упрочняющую термическую обработку проводить после сварки. Предварительный и сопутствующий нагрев до $+350...450^{\circ}\text{C}$ также уменьшает опасность образования холодных трещин.

Аустенитные стали и сплавы наиболее часто используют как коррозионностойкие. Основным требованием, которое предъявляется к сварным соединениям, является стойкость к различным видам коррозии. Межкристаллитная коррозия может развиваться как металле шва, так и в

основном металле у линии сплавления (ножевая коррозия) или на некотором удалении от шва. Механизм развития этих видов коррозии одинаков, однако причины их возникновения различны.

Межкристаллитная коррозия в металле шва возникает в результате выделения из аустенита под действием термического цикла сварки карбидов хрома, приводящих к обеднению хромом приграничных объемов зерен (рис. 2). Аустенитно-ферритные швы со сплошной структурой и извилистыми очертаниями границ зерен имеют повышенную стойкость против межкристаллитной коррозии по сравнению с аустенитными. Возрастание протяженности границ зерен вследствие измельчения зерен увеличивают площадь поверхности, на которой выделяются карбиды. Выделяющиеся карбиды более дисперсны, и местное обеднение объема зерна хромом происходит на меньшую глубину. Кроме того, процессы диффузии в феррите происходят значительно быстрее, что ускоряет выравнивание концентрации хрома в обедненных приграничных и центральных участках зерен.

Межкристаллитная коррозия (МКК) основного металла на некотором расстоянии от шва также вызвана действием термического цикла сварки на ту часть основного металла, которая была нагрета до критических температур.

Склонность стали и швов к МКК предупреждается:

- 1) снижением содержания углерода до пределов его растворимости в аустените (до 0,02... 0,03%);
- 2) легированием более энергичными, чем хром, карбидообразующими элементами (стабилизация титаном, ниобием, танталом, ванадием и др.);
- 3) стабилизирующим отжигом при +850...900°C в течении 2 - 3 часов или аустенизацией - закалкой с +1050...1100°C;
- 4) созданием аустенитно-ферритной структуры с содержанием феррита до 20...25% путем дополнительного легирования хромом, кремнием, молибденом, алюминием и др.

Однако такое высокое содержание в структуре феррита может понизить стойкость металла к общей коррозии. Эти же меры способствуют и предупреждению ножевой коррозии.

Ножевая коррозия поражает основной металл. Этот вид коррозии развивается в сталях, стабилизированных титаном и ниобием на участках, нагретых при сварке до температур выше $+1250^{\circ}\text{C}$, где карбиды титана и ниобия растворяются в аустените. Повторное тепловое воздействие на этот металл критических температур $+500\dots 800^{\circ}\text{C}$ (например, при многослойной сварке) приведет к сохранению титана и ниобия в твердом растворе и выделению карбидов хрома.

Имеется еще один вид коррозионного разрушения - коррозионное растрескивание, возникающее под совместным действием растягивающих напряжений и агрессивной среды. Разрушение развивается как межкристаллитное, так и транскристаллитное. Снижение остаточных сварочных напряжений - одна из основных мер борьбы с этим видом коррозионного разрушения.

Вероятность образования в сварных швах горячих трещин увеличится при наличии кремния, так как он способствует развитию неоднородности металла. Углерод нейтрализует вредное действие кремния и уменьшает вероятность образования горячих трещин в шве. При соотношении $\text{Si} : \text{C} \leq 5$ трещины не образуются, однако увеличение содержания углерода будет способствовать процессу образования карбидов хрома Cr_4C и склонность к МКК будет увеличиваться. Для предотвращения образования карбидов хрома в стали должны содержаться титан и ниобий, они обладают большим сродством с углеродом, чем хром и образуют карбиды TiC и NbC предотвращая образование Cr_4C .

Свариваемость хромоникелевых аустенитных сталей определяется при помощи структурной диаграммы Шеффлера по эквивалентным концентрациям никеля и хрома [6].

Эквивалентное содержание никеля и хрома в металле шва определяют по формулам:

$$Cr_3 = \%Cr + 1,5 \times \%Si + 0,5 \times \%Nb + \%Mo + 0,5 \times \%V + 4,0 \times \%Ti, \quad (1)$$

$$Ni_3 = \%Ni + 30 \times \%C + 30 \times \%N + 0,5 \times \%Mn, \quad (2)$$

где, Cr, Si, Nb, V, Mo, Ti, Ni, C, N, Mn – процентное содержание элементов в металле шва.

$$Cr_3 = 18 + 1,5 \times 0,8 + 4 \times 0,7 = 22\%,$$

$$Ni_3 = 10 + 30 \times 0,12 + 0,5 \times 2 = 14,6\%.$$

По диаграмме Шеффлера (рисунок 2) определим, что микроструктура является аустенитом.

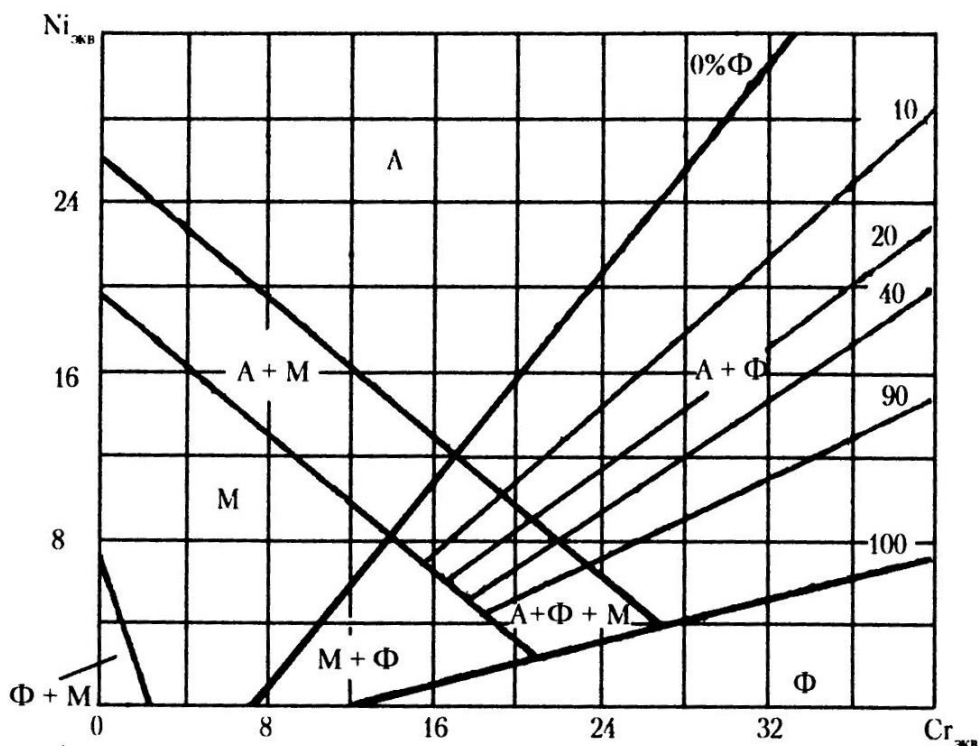


Рисунок 2 – Диаграмма Шеффлера

В случае использования в процессе сварки перлитных материалов, металл шва в процессе кристаллизации попадает в область «аустенит + мартенсит», что недопустимо из-за низких пластических свойств. Используя аустенитные материалы, попадем в область с содержанием феррита 2 - 5%, что допустимо. В изделиях из жаростойких и жаропрочных сталей, работающих при высоких температурах, во избежание появления горячих трещин, количество феррита ограничивают в пределах 4...5% [6].

7. Обоснование выбора способа сварки

Соединения из нержавеющей стали сваривают разными способами: ручная дуговая сварка покрытым электродом, ручная дуговая сварка неплавящимся электродом в среде защитных газов, механизированная сварка плавящимся электродом в среде защитных газов. Произведем сравнение различных видов сварки, определим их достоинства и недостатки, и выберем наиболее подходящий для дальнейшей работы.

Ручная дуговая сварка неплавящимся электродом в среде защитных газов

Достоинства:

- Отсутствие необходимости применения флюсов или обмазок, следовательно, после сварки не образуется шлак и остатки флюсов, а также отсутствуют вредные аэрозоли в воздухе;
- Высокая степень концентрации источника тепла, что позволяет значительно уменьшить зону термического влияния и коробление изделия;
- Минимальное взаимодействие зоны сварки с кислородом и азотом воздуха;
- Возможность визуального контроля над открытой дугой, что облегчает управление процессом сварки;

Недостатки:

- Необходимость в устройствах, обеспечивающих возбуждение дуги;
- Высокая скорость охлаждения сварного соединения;
- Сложность оборудования;
- Условия для хорошей защиты зоны сварки.

Механизированная сварка неплавящимся электродом в среде защитных газов

Достоинства:

- Повышенная производительность;
- Отсутствуют потери на огарки и затраты времени на смену электродов;
- Надежная защита сварочной ванны;
- Минимальная чувствительность к образованию оксидов;

Недостатки:

- Мощное излучение дуги;
- Ограничение по сварочному току;
- Сварка возможна только на постоянном токе.

В данный момент на территории ПАО «НЗХК» существует технологический процесс на операцию сварки. Но, тем не менее, также существует необходимость в улучшении этого процесса в связи с периодическим возникновением дефектов в сварном шве. Это ведет за собой дополнительную работу по выявлению и устранению дефектов, что, в свою очередь, осложняет налаживание поточной линии производства. При обнаружении дефекта, в основном это происходит на слесарной операции после фрезерной обработки внутренней стенки детали, слесарь обязан вызвать контролера ОТК и мастера участка. Контролер ОТК фиксирует несоответствие и выписывается приложение к маршрутному листу. Далее детали с обнаруженными дефектами уходят на исправление и доработку. Вся эта процедура занимает много времени. Слесарю нужно отложить текущую работу и подготовить дефекты к подварке. Сварщику также нужно переключиться с текущих задач и устранить несоответствие. Деталь вновь проходит весь цикл операций, прежде чем будет считаться годной.

Предлагается использование сварки пульсирующей дугой, вместо сварки на постоянном токе прямой полярности, так как этот способ благотворно скажется на перемешивании сварочной ванны и выводе газов и загрязнений из металла шва в процессе сварки.

При сварке пульсирующей дугой количественное и качественное изменение геометрии дуги играют большую роль, потому как оказывают существенное влияние на тепловой поток в изделии.

Пульсация сварочного тока, напряжение и сопротивление дуги определяет характер и количество вводимой в изделие теплоты, а изменение длины дуги за счет углубления ее в сварочную ванну под влиянием изменяющегося давления, площади поперечного сечения дуги и ее диаметра влияет на проплавляющую способность процесса, геометрические формы разделки деталей под сварку, ширину шва, его формирование.

На рисунке 3 приведена схема поперечного сечения шва и дуги в процессе ее пульсации. При увеличении мощности дуги в соответствии с точками 1 - 8 дуговой столб увеличивается, растут и размеры сварочной ванны, которая последовательно занимает положения, определяемые точками 1 - 8. При снижении мощности дуги ее диаметр уменьшается в обратном порядке согласно точкам 8 - 1.

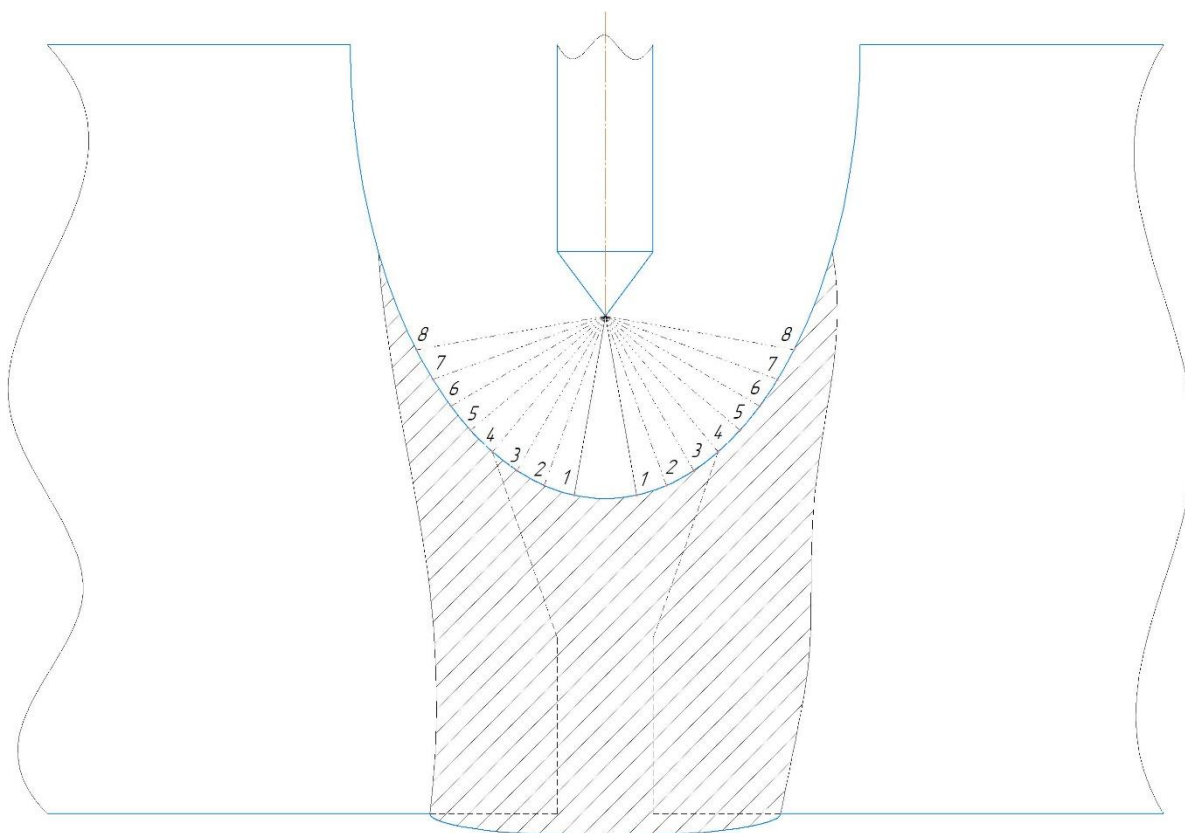


Рисунок 3 - Схема изменения геометрических размеров дуги в процессе ее пульсации.

Такое изменение диаметра дуги определяет, например, ширину разделки деталей под сварку. Так, общая ширина раскрытия кромок во всех случаях должна быть меньше максимально возможного диаметра дуги при данных режимах сварки. Если это условие не соблюдается, то возникают несплавления по кромкам разделки. Таким образом, невозможно правильно установить параметры режима сварки без тщательного исследования диаметра d , сечения s , длины l_d и электродинамического усилия дуги P в зависимости от ее электрических параметров. То, что изменение электрических параметров дуги влечет за собой изменение ее геометрических характеристик, хорошо и давно известно. Однако специфические условия этих изменений при сварке пульсирующей дугой имеют большое значение и оказывают заметное влияние на технологичность процесса сварки.

В экспериментах осуществлялось сплавление двух пластин толщиной 10 мм из стали 12X18H10T, тип соединения С17 по ГОСТ 5264 - 80, острогаченым лантанированным вольфрамовым электродом диаметром 3,2 мм без присадки в среде аргона. Скорость сварки составляла $1 \cdot 10^{-3}$ м/с.

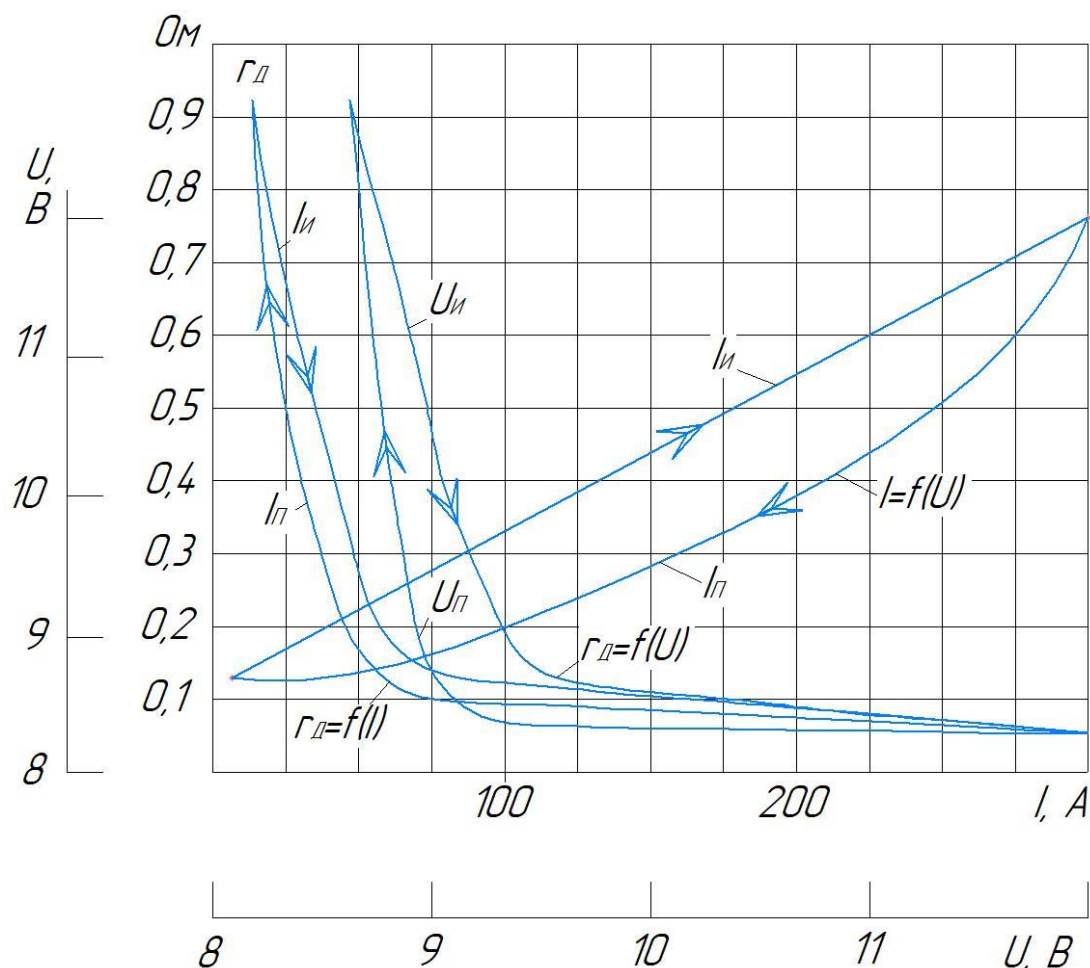


Рисунок 4 - Зависимость параметров пульсирующей дуги от тока и напряжения

Из рисунка 4 видно, что при малых значениях тока и напряжения сопротивление дуги изменяется довольно значительно и при $I = 9,5$ А, $U = 8,65$ В, r_d превышает 0,9 Ом. Это закономерно, так как при незначительной мощности дуги степень деионизации дугового пространства довольно большая. Увеличение тока и напряжения резко снижает значение r_d , а начиная с $I = 100$ А, $U = 9,0 \dots 9,5$ В r_d изменяется очень мало и колеблется около 0,1 Ом. При $I \approx 200$ А, $U \approx 10 \dots 11$ В и более сопротивление практически не изменяется, а закон Ома вновь становится справедливым в его обычном виде, что имеет место в сильноточных дугах [5].

8. Обоснование выбора сварочных материалов

Выбор сварочных материалов осуществляем для стали 12Х18Н10Т, так как это сталь аустенитного класса, возникают определенные ограничения на используемые материалы.

Сварку неплавящимся электродом производят в аргоне по ГОСТ 10157 - 2016 и гелии или их смесях. Обусловлено это тем, что эти газы не растворяются в металле сварочной ванны и не образуют химических соединений с элементами, входящих в состав металла. Для защиты сварочной ванны преимущественно применяется аргон, реже гелий. Аргон обеспечивает хорошую защиту расплавленного металла и хорошее формирование шва. Характеристики дуги в аргоне и гелии различны при одинаковых токах, напряжение дуги в гелии выше, чем в аргоне, и дуга имеет большую проплавляющую способность, обеспечивает более равномерное проплавление. В аргоне проплавление не равномерное: более глубокое в центре и меньшее по краям ванны. Однако использование гелия в качестве защитного газа гораздо дороже, чем аргона.

На территории ПАО «НЗХК» было организовано производство аргона высшего сорта, с содержанием не менее 99,99%, химический состав и его основные характеристики приведены в таблице 3. На сварочные посты аргон подается через магистральные трубопроводы, это повышает безопасность процесса сварки, так как отсутствует необходимость использования и хранения баллонов и сосудов под давлением. Но существуют и минусы, необходимо использовать осушители или ротаметры с подогревом, так как магистраль проходит через улицу, между цехами. В межсезонный период, весна – осень, точка росы меняется, что негативно сказывается на чистоте аргона, подаваемого на сварочные посты. Существует вероятность возникновения дефектов, и чтобы этого избежать, необходимо контролировать качество аргона на выходе.

Таблица 3 - Химический состав аргона высшего сорта по ГОСТ 10157 - 2016 [20].

Ar, %, не менее	O ₂ , %, не более	N ₂ , %, не более	CO ₂ , %, не более	Объемная доля водяных паров, %, не более
99,993	0,0007	0,005	0,0005	0,0009

Выбор присадочной проволоки осуществляется по металлургическим и технологическим свойствам. Согласно рекомендациям [22] используем проволоку Св - 04Х19Н11М3 по ГОСТ 2246 - 70, химический состав которой указан в таблице 4.

Таблица 4 - Химический состав сварочной проволоки Св - 04Х19Н11М3 по ГОСТ 2246 - 70, % [22].

С	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	S	P
0,03	0,8	1,7	19,0	2,7	12,5	0,018	0,025

9. Предлагаемые изменения технологии

Возможной причиной возникновения пор в металле шва является плохая защита зоны сварки. Из-за специфики разделки кромок (рисунок 5) под сварку, защитному газу трудно проникнуть внутрь свариваемых деталей и обеспечить защиту сварочной ванны со стороны обратного валика. Необходимо разработать приспособление, гарантированно обеспечивающее защиту сварочной ванны изнутри свариваемых деталей.

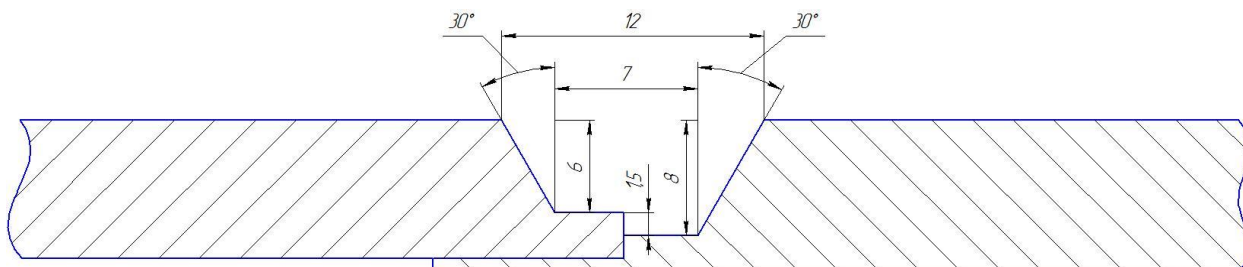


Рисунок 5 – Разделка кромок под сварку

В данной работе предлагается улучшить газовую защиту зоны сварки при помощи дополнительного приспособления, функция которого будет заключаться в удержании аргона внутри свариваемых деталей во время

процесса сварки. Материал для заглушек выбираем текстолит, так как он отвечает всем необходимым требованиям и экономически целесообразен.

Необходимо изготовить две круглые заглушки (Приложение В, Г) с отверстиями для подачи аргона и выхода его в атмосферу.

Принцип действия заглушек заключается в следующем, установив приспособление для сборки на сварочный манипулятор и собрав свариваемые детали в приспособление, торцы свариваемых труб закрываются данными заглушками. В заглушку №1 устанавливается шланг подачи защитного газа, в заглушке №2 заранее выполнено отверстие с тем же диаметром, что и в заглушке №1, для выхода воздуха и избыточного давления. Получается своего рода камера, заполненная аргоном и защищающая зону сварки изнутри свариваемых деталей.

Далее необходимо установить осушители защитного газа, так как ранее говорилось, магистральный трубопровод проходит из соседнего цеха через улицу и возникает вероятность насыщения аргона влагой. Для этого применим автономную установку для очистки аргона Sircal MP-2000. Осушитель имеет два газоабсорбирующих элемента и осушитель с молекулярным ситом, размещенные в одном корпусе. Для подсоединения газопроводных трубок используются простые в использовании самоуплотняющиеся фитинги, которые гарантируют отсутствие утечки газа и загрязнения воздуха при отсоединении подачи.

Система очистки инертного газа комплектуется печью, с входной трубкой при температуре $+700^{\circ}\text{C}$, которая за счет химической реакции поглощает кислород и азот, а также трубку из окиси меди при температуре $+450^{\circ}\text{C}$, которая удаляет водород и углеводород за счет химических реакций.

Следующим изменением технологии является замена постоянного тока прямой полярности на модулируемый. В связи с отсутствием стандартов, регламентирующих режимы этого способа сварки, подбираем режим практическим методом. За основу возьмем формулу тепловложения и

посчитаем, сколько тепла вкладывается в сварное соединение при постоянном токе прямой полярности.

$$Q = U_d \cdot I_d \cdot t_{св}; \quad (3)$$

Таблица 5 – Режим сварки прихваток

D _с , (мм)	8 – 10
q _{оз} , (л/мин)	5 – 10
Полярность	Прямая
I, (A)	135 – 150

Данные таблицы 5 были взяты из действующей технологии сварки хвостовика. При данной силе тока напряжение дуги имеет показания 9,5 В, согласно показаний на приборной панели сварочного аппарата. Время сварки определим хронометражем рабочего процесса и усредним. $t_{св}$ корневого слоя равно 75 секундам. Имея все необходимые данные, мы можем рассчитать тепловложение при сварке корня шва:

$$Q_{п п} = 9,5 \cdot 150 \cdot 4 = 5700 \text{ Дж};$$

Для того чтобы подобрать режим модулируемого тока (рисунок 6) будем использовать ту же формулу тепловложения:

$$Q_{м п} = (U_{и} \cdot I_{и} \cdot t_{и} + U_{п} \cdot I_{п} \cdot t_{п}) \frac{t_{общ}}{t_{и} + t_{п}}; \quad (4)$$

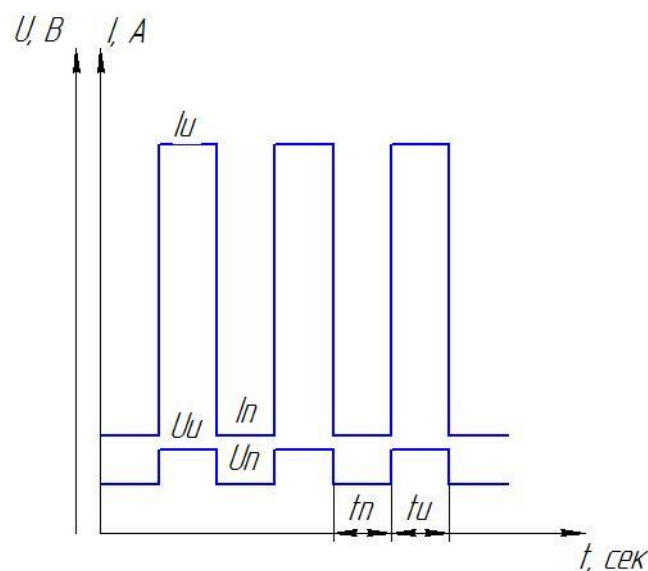


Рисунок 6 – График модуляция сварочного тока

Из графика модуляции сварочного тока мы видим, что сила тока импульса ($I_{и}$) соответствует напряжению дуги импульса ($U_{и}$) и времени импульса ($t_{и}$), а сила тока паузы ($I_{п}$) соответствует напряжению дуги паузы ($U_{п}$) и времени паузы ($t_{п}$).

$$Q_{м п} = (9,0 \cdot 150 \cdot 0,3 + 2 \cdot 50 \cdot 0,3) \frac{4}{0,3+0,3} = 3147 \text{ Дж};$$

Количество теплоты необходимое для прихваток при модулируемом равно 3147 Дж. Далее рассчитаем количество теплоты необходимое для сварки корня шва и заполняющих швов. Режимы сварки (таблица 6,7) возьмем из действующей технологии, поменяем только способ сварки.

Таблица 6 – Режим сварки корневого слоя шва

D_c , (мм)	8 – 10
$q_{оз}$, (л/мин)	5 – 10
Полярность	Прямая
I , (А)	135 – 150

Таблица 7 – Режим сварки заполняющих слоев шва

D_c , (мм)	8 – 10
$q_{оз}$, (л/мин)	5 – 10
Полярность	Прямая
I , (А)	140 – 170

$$Q_{п к} = 9,0 \cdot 150 \cdot 75 = 101250 \text{ Дж};$$

Количество теплоты необходимое для сварки корневого слоя постоянным током равно 101250 Дж.

$$Q_{м к} = (9,0 \cdot 150 \cdot 0,3 + 2 \cdot 50 \cdot 0,3) \frac{75}{0,3 + 0,3} = 59062,5 \text{ Дж};$$

Количество теплоты необходимое для сварки корневого слоя модулируемым током равно 59062,5 Дж.

$$Q_{п з} = 9,5 \cdot 170 \cdot 75 = 121125 \text{ Дж};$$

Количество теплоты необходимое для сварки заполняющих слоев постоянным током равно 121125 Дж.

$$Q_{мз} = (9,5 \cdot 170 \cdot 0,3 + 2 \cdot 50 \cdot 0,3) \frac{75}{0,3 + 0,3} = 64312,5 \text{ Дж};$$

Количество теплоты необходимое для сварки заполняющих слоев равно 64312,5 Дж.

Благодаря меньшему тепловложению при сварке модулируемым током уменьшается вероятность образования закалочных структур, что сказывается на улучшении механических свойствах металла детали «Хвостовик».

После сварки опытных образцов необходимо провести контроль сварных швов, для того, чтобы убедиться, что предлагаемые изменения благотворно скажутся на качестве сварки.

10. Контроль качества сварных соединений

На территории ПАО «НЗХК» организована заводская лаборатория, в задачи которой входит, в том числе и проведение испытаний на сварных соединениях. Испытания проводят на стойкость к межкристаллитной коррозии (МКК) и по ГОСТ 6032-2017 и механические свойства по ГОСТ Р 57180-2016. Сварные соединения фрезеруют (и полируют для проведения испытаний на стойкость к МКК) и передают в лабораторию для проведения необходимых испытаний по результатам которых делается заключение о том, как повлияли изменения технологии на качество сварных соединений.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Цыганков Егор Сергеевич

Школа	ИШНКБ	Отделение	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление	15.03.01 «Машиностроение»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научно-технической работы (НТР): материально-технических, энергетических, финансовых и информационных</i>	<i>Стоимость ресурсов научно-технической работы (НТР): – Прейскурант; – Положение об оплате труда.</i>
2. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов</i>	30,2%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика</i>	<i>Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка календарного плана-графика проведения НТР</i>
2. <i>Планирование и формирование сметы НТР</i>	<i>Планирование и формирование сметы НТР: – материальные затраты НТР; – полная заработная плата исполнителей темы; – отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления); – накладные расходы.</i>
3. <i>Оценка научно - технического уровня</i>	<i>Оценка научно - технического уровня на основе интегральной оценки эффективности НТР</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Календарный план-график проведения научно-технической работы;
2. Смета на разработку технологического процесса.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСТН ШБИП	Мелик-Гайказян М.В.	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Цыганков Егор Сергеевич		

11 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью раздела является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- планирование научно-технической работ;
- определение сметы на осуществление научно-технической работы;
- оценка научного - технического уровня работы.

11.1 Планирование научно-технических работ

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научно-технической работы;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных работ.

11.1.1 Структура работ в рамках научно-технической работы

Для выполнения научно-технической работы была сформирована рабочая группа в составе: научного руководителя (к.т.н., доцент) и студента.

В рамках проведения научно-технической работы, в данном разделе был составлен перечень этапов:

1. Составление и утверждение темы проекта - определение задачи и цели научной работы, отражающих сущность и характер работ;

2. Календарное планирование работ - устанавливает логическую последовательность, очередность и сроки выполнения отдельных этапов работы и их контроля;

3. Анализ актуальности темы - определение востребованности темы в теории и практике для решения конкретной задачи;

4. Поиск и изучение материала по теме - выбор научных и методических источников по проблеме;

5. Выбор направления разработки - формулирование идеи решения научно-технической задачи, и определение оптимального варианта выполнения работ;

6. Изучение литературы по теме - изучение научных и методических источников по проблеме;

7. Подбор нормативных документов - выбор нормативных документов регламентирующих выполнение работ по данной теме;

8. Изучение влияния параметров сварки на качество шва - анализ влияния правильного выбора параметров режима сварки на качество сварного шва, определение дефектов сварных соединений, вызванных неправильным подбором параметров режима сварки;

9. Сварка образцов - проведение сварочных работ для определения параметров режимов сварки;

10. Изучение результатов - изучение экспериментальных образцов, определение полученных в ходе сварки дефектов;

11. Анализ результатов - подведение итогов и обобщение результатов научно-технической работы, сопоставление результатов анализа научно-информационных источников и экспериментальных исследований, выпуска обобщенной отчетной научно-технической документации по НТР, оценки эффективности полученных результатов;

12. Оформление отчета ВКР - оформление результатов проектной деятельности, окончательная проверка работы преподавателем, подготовка к защите;

13. Защита ВКР.

Произведено распределение исполнителей по видам работ.

Полученные данные приведены в таблице 8.

Таблица 8 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Календарное планирование работ	Научный руководитель, студент
	3	Анализ актуальности темы	Научный руководитель
Выбор направления исследования	4	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	5	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Научный руководитель, студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучение влияния параметров сварки на качество шва	
Практические исследования	9	Сварка образцов	Научный руководитель, студент
	10	Изучение результатов	
Оценка полученных результатов	11	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	12	Оформление отчета ВКР	Научный руководитель, студент
	13	Защита ВКР	Студент

11.1.2 Трудоемкость выполнения работ

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

Трудоемкость выполнения научно-технической работы оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож\ i}$ используется следующая

формула[23]:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5},$$

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

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

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

Полученные значения вносим в таблицу (таблица 9).

После заполнения таблицы 9 строим календарный план-график (таблица 10). График строится с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 9 - Временные показатели проведения научно-технической работы

№	Название работы	Трудоемкость работ, раб. дни						Длительность работ в рабочих днях	
		t_{min}		t_{max}		$t_{ож\bar{i}}$			
		Научный руководитель	Студент	Научный руководитель	Студент	Научный руководитель	Студент	Научный руководитель	Студент
1	Составление и утверждение темы проекта	1	-	1	-	1	-	1	-
2	Календарное планирование работ								
3	Анализ актуальности темы	2	1	2	10	2	4,6	2	5
4	Поиск и изучение материала по теме	1	15	1	30	1	21	1	21
5	Выбор направления исследований	1	1	1	3	1	1,8	1	2
6	Изучение литературы по теме	-	10	-	30	-	18	-	18
7	Подбор нормативных документов	1	3	1	10	1	5,8	1	6
8	Изучение влияния параметров сварки на качество шва	-	5	-	10	-	7	-	7
9	Сварка образцов	1	3	1	10	1	5,8	1	6
10	Изучение результатов проведенной обработки	1	5	1	10	1	7	1	7
11	Анализ результатов	1	2	1	6	1	3,6	1	4
12	Оформление отчета ВКР	1	14	1	30	1	20,4	1	20
13	Защита ВКР	-	1	-	-	-	1	-	1

Таблица 10 - Календарный план-график проведения научно-технической работы

№ Ра- бот	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. Дн.	Продолжительность выполнения работ											
				Март			Апрель			Май			Июнь		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	1	-											
2	Календарное планирование работ														
3	Анализ актуальности темы	Руководитель	2	-											
		Студент	5	-											
4	Поиск и изучение материала по теме	Руководитель	1			-									
		Студент	21	-	-	-									
5	Выбор направления исследований	Руководитель	1			-									
		Студент	2			-									
6	Изучение литературы по теме	Студент	18				-	-	-						
7	Подбор нормативных документов	Руководитель	1						-						
		Студент	6						-						
8	Изучение влияния параметров сварки на качество шва	Студент	7						-	-					
9	Сварка образцов	Руководитель	1							-					
		Студент	6							-					
10	Изучение результатов	Руководитель	1								-				
		Студент	7								-				
11	Анализ результатов	Руководитель	1									-			
		Студент	4									-			
12	Оформление отчета ВКР	Руководитель	1										-		
		Студент	20										-	-	
13	Защита ВКР	Студент	1											-	

Общая продолжительность выполнения работ для преподавателя составила 10 раб. дн., для студента - 92 раб. дн.

11.2 Смета на осуществление научно-технической работы (НТР)

При расчете сметы НТР должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с ее выполнением. В процессе формирования сметы НТР используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТР;
- полная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

11.2.1 Материальные затраты НТР

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле [23]:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_{\text{Т}}) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{\text{расх}i}$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научной работы;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (в нат. ед.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб.);

$k_{\text{Т}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. $k_{\text{Т}} = 0,15$.

Перечень стоимости материалов необходимых для данной разработки приведены в таблице 11.

Таблица 11- Материальные затраты

Наименование	Единица изм.	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага	лист	150	2	300
Картридж для принтера	шт.	1	1000	1000
Заготовка из стали 12X18H10T Ø159×28	шт.	9	48650	437850
Заготовка из стали 12X18H10T Ø114×14	шт.	9	12050	108450
Проволока Св-04X19H11M3	кг.	0,6	480	345
Аргон высшего сорта	л.	720	850	612000
Электроды вольфрамовые ЭВЛ	шт.	1	45	45
Итого				1159990

С учетом транспортных расходов (5%), материальные затраты составят:

$$З_{\text{м}} = 1,05 \cdot 1159990 = 57999,5 \text{ руб.}$$

11.2.2 Полная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата определяется в соответствии с количеством отработанного времени по теме и установленным штатно-должностным окладом. Полная заработная плата определяется по формуле [23]:

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($З_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле [23]:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}},$$

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

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 4);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [23]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}}}{T},$$

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

T – количество рабочих дней в месяце. $T=26$ дней, при 6-дневной рабочей неделе.

Месячный должностной оклад работника [23]:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot k_{\text{р}},$$

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

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,0 (для Новосибирска).

Результаты расчета фонда заработной платы представлены в таблице 7.

Таблица 12 – Основная заработная плата

Исполнители	Должность, ученая степень	Трудоемкость выполнения работы $T_{\text{исп}}$, дн.	Оклад, руб/мес	Месячный должностной оклад, руб.	Среднедневная заработная плата, руб.	Основная заработная плата исполнителя $Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	доцент, к.т.н.	10	33664	43763,2	1683	16830
Студент		91	12300	15990,0	615	55965
Итого						72797

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 12-15 % от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы [23]:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}},$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

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

Принимаем коэффициент дополнительно зарплаты равным 0,12 для студента и 0,15 для руководителя.

Результаты расчета дополнительной заработной платы приведены в таблице 13.

Таблица 13 - Полная заработная плата

Исполнители	Коэффициент дополнительной зарплаты, $k_{\text{доп}}$	Основная заработная плата исполнителя $З_{\text{осн}}$, руб.	Дополнительная заработная плата исполнителя $З_{\text{доп}}$, руб.	Полная заработная плата, руб.
Руководитель	0,15	16832	2524,8	19300
Студент	0,12	55965	6715,8	62700
Итого		72797	9240,6	82000

В данном разделе были определены затраты на фонд заработной платы, который равен 72797 рублей и на дополнительную заработную плату - 9240,6 рублей.

11.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [23]:

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

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

В соответствии с "Налоговым кодексом Российской Федерации (часть вторая)" от 05.08.2000 N 117-ФЗ (ред. от 01.05.2019) установлен размер

страховых взносов равный 30,2%.

$$З_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot 82 = 24,8 \text{ тыс. руб.}$$

11.2.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина составляет 16 % от общей суммы НТР.

11.2.5 Формирование сметы на научно-техническую работу

Расчет сметы на разработку приведены в таблице 9.

Таблица 14 - Смета на разработку технологического процесса

№	Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Структура затрат, %
1	Материальные затраты	1160,0	78,7%
2	Затраты на полную заработную плату исполнителей	82,0	5,5%
3	Отчисления во внебюджетные фонды	24,8	1,8%
4	Накладные расходы	206,2	14%
	ИТОГО	1473,0	100,0

В данном разделе были определены основные статьи расходов на реализацию данного проекта. Таким образом, затраты на разработку НТР составили 1473 тыс. руб., в том числе 5,5% на оплату труда.

Следует отметить, что для выполнения данной работы потребовалось оборудование на сумму 2,5 млн. руб. Данные по расчету стоимости требуемого оборудования представлены в таблице 15.

Таблица 15 - Стоимость спецоборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Kemppi Master Tig 3500MLS	1	255	255,0
2	M-11040	1	428	428,0
3	Газовый редуктор-расходомер аргон/газовая смесь/CO2, LORCH	1	5	5,0
	Итого			688,0

Первоначальная стоимость оборудования будет складываться из цены приобретения оборудования и дополнительных затрат на его транспортировку, монтаж и наладку (15% от цены приобретения):

$$C_{\text{перв}} = C_{\text{общ}} \cdot 1,15 = 688 \cdot 1,15 = 791,2 \text{ тыс. руб.}$$

11.3 Оценка научного - технического уровня

Результатом НТР является достижение научно-технического, экономического и социального эффектов. Научно-технический эффект характеризует возможность использования результатов выполняемых исследований в других научных исследованиях и обеспечивает получение информации, необходимой для создания новой продукции. Оценка научной и научно-технической результативности НТР производится с помощью системы взвешенных балльных оценок. На основе оценок новизны результатов, их ценности, масштабам реализации определяется показатель научно-технического уровня по формуле [24]:

$$H_m = \sum_{i=1}^n K_i \cdot \Pi_i,$$

где, K_i - весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта, Π_i - количественная оценка i -го признака научно-технического уровня работы .

Значения весовых коэффициентов признаков научно-технического эффекта отражены в таблице 16.

Таблица 16 - Весовые коэффициенты признаков НТР

Признак научно-технического эффекта НТР(i)	Примерные значения весового коэффициента (K_i)
Уровень новизны	0,4
Теоретический уровень	0,1
Возможные реализации	0,5

Количественная оценка уровня новизны НТР определяется на основе значения баллов по таблице 17.

Таблица 17 - Количественная оценка уровня новизны НТР

Уровень новизны разработки	Характеристика уровня новизны	Баллы
Принципиально новая	Результаты исследований открывают новое направление в данной области науки и техники	8 - 10
Новая	По новому или впервые объяснены известные факты, закономерности	5 - 7
Относительно новая	Результаты исследований систематизируют и обобщают имеющиеся сведения, определяют пути дальнейших исследований	2 - 4
Традиционная	Работа выполнена по традиционной методике, результаты которой носят информационный характер	1
Не обладающая новизной	Получен результат который ранее был известен	0

Теоретический уровень полученных результатов НТР определяется на основе значения баллов, приведенных в таблице 18.

Таблица 18 - Количественная оценка теоретического уровня НТР

Теоретический уровень полученных результатов	Баллы
Установление закона; разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблемы: многоаспектный анализ связей, взаимозависимости между фактами с наличием объяснения	8
Разработка способа (алгоритм, программа мероприятий, устройство и т.п.)	6
Элементарный анализ связей между фактами с наличием гипотезы, симплексного прогноза, классификации, объясняющей версии или практических рекомендаций частного характера	2

Продолжение таблицы 18.

Описание отдельных элементарных фактов (вещей, свойств и отношений); изложение опыта, наблюдений, результатов измерений	0,5
--	-----

Возможность реализации научных результатов определяется на основе значения баллов по таблице 19.

Таблица 19 - Возможность реализации научных результатов

Время реализации	Баллы
В течении первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Более 10 лет	2
Масштабы реализации	Баллы
Одно или несколько предприятий	2
Отрасль (министерство)	4
Народное хозяйство	10
<i>Примечание: Баллы по времени и масштабам складываются</i>	

Результаты оценок признаков отображены в таблице 20.

Таблица 20 - Количественная оценка признаков НТР

Признак научно-технического эффекта НТР	Характеристика признака НТР	K _i	Π _i
Уровень новизны	Систематизируют и обобщают сведения, определяют пути дальнейших исследований	0,4	3
Теоретический уровень	Элементарный анализ связей между фактами с наличием гипотезы, симплексного прогноза, классификации, объясняющей версии или практических рекомендаций частного характера	0,1	2
Возможность реализации	Время реализации в течение первых лет	0,5	12

$$H_m = \sum_{i=1}^n K_i \cdot \Pi_i,$$

$$H_m = 0,4 \cdot 3 + 0,1 \cdot 2 + 0,5 \cdot 12 = 7,4.$$

Таблица 21 - Оценка уровня научно-технического эффекта

Уровень научно-технического эффекта	Показатель научно-технического эффекта
Низкий	1 - 4
Средний	5 - 7
Сравнительно высокий	8 - 10
Высокий	11 - 14

В соответствии с таблицей 21 уровень научно-технического эффекта настоящей работы - средний.

В ходе выполнения данного раздела выпускной квалификационной работы была определена рабочая группа в составе двух исполнителей, разработан календарный план-график проведения НТР, по его результатам продолжительность выполнения работ для преподавателя составила 10 раб. дн., для студента - 92 раб. дн.

Кроме этого была рассчитана смета научно-технической работы, которая включает материальные затраты, затраты по основной и дополнительной заработной плате исполнителей, отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы. Сумма по смете составила 1473 тыс. руб.

Работа имеет средний уровень научно-технического эффекта.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Цыганков Егор Сергеевич

Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования	Сварка кольцевого шва хвостовика тепловыделяющей сборки, материал 12X18H10T. Хвостовик предназначен для базирования, центрирования и фиксации тепловыделяющей сборки в активной зоне ядерного реактора. Сварочный участок Новосибирского завода химконцентратов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность:	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов производственной среды. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов - повышенный уровень шума на рабочем месте; - недостаточная освещенность рабочей зоны; - ультрафиолетовое излучение; - неудовлетворительный микроклимат; - поражение током; - электромагнитное поле.
3. Экологическая безопасность:	– анализ воздействия объекта на окружающую среду (сбросы, выбросы, отходы); – мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	- Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий;

	- Пожаробезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
--	--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Цыганков Егор Сергеевич		

Введение

В данной работе проводилось усовершенствование технологии процесса сварки Хвостовика тепловыделяющей сборки из стали 12Х18Н10Т.

Усовершенствование заключалось в исследовании процесса импульсной сварки, определении режимов сварки практическим методом и замене текущей технологии.

В данном разделе необходимо проанализировать возможные опасности и вредные факторы, воздействующие на работника во время сварки пульсирующей дугой.

Социальная ответственность является важным пунктом выпускной квалификационной работы, так как она затрагивает вопросы ответственности организации перед интересами коллектива и общества, о важности безопасности их труда, а также защиты окружающей среды от вредных воздействий.

12 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

12.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, N 197 – ФЗ работник ООО «НЗХК – Инструмент» имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

12.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место расположено в помещении цеха. Сварочный пост оборудован: сварочный аппарат Kemppi Master TIG MLS 3500, магистральной подачей защитного газа, ротаметром, сварочно-монтажным столом с принудительной вытяжной системой, сварочным манипулятором М - 11040.

Периметровое ограждение должно быть реализовано с использованием ограждений или чувствительного защитного оборудования.

Безопасные расстояния снаружи и внутри механического ограждения должны соответствовать требованиям ИСО 13857. Минимальные расстояния от блокирующих ограждений и других устройств автоматического выключения должны соответствовать требованиям ИСО 13855.

Задачи, требующие ручного управления на высокой скорости, должны выполняться при наименьшем зазоре 500 мм.

Органы управления (например, пульты управления, шкафы управления) манипулятором должны располагаться вблизи средств доступа для того, чтобы облегчить их использование сварщиками.

Шкафы электрического оборудования должны быть расположены так, чтобы их дверцы могли быть полностью открыты, а пути отхода были всегда доступны даже при открытых дверцах.

13 Производственная безопасность.

13.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Производственная безопасность является системой организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на персонал опасных и производственных факторов, вредных воздействий технологических процессов, энергии, средств, предметов, условий и режимов труда до приемлемого уровня. Необходимо определить вредные и опасные производственные факторы, которые могут возникнуть при работе на сварочном посту. Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003 – 2015.

Таблица 22 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ.

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003 – 2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Сварка кольцевого шва хвостовика тепловыделяющей сборки; 2) Работа с ПЭВМ.	1. Повышенный уровень электромагнитных полей [25, 26]; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны [25, 26,]; 3.Повышенный уровень шума на рабочем месте [25, 26]; 4. Неудовлетворительный микроклимат [25, 26]; 5. Повышенный уровень напряженности электрического тока [25, 26]; 6. Ультрафиолетовое излучение [25, 26].	1. Поражение электрическим током. 2. Пожаровзрывоопасность	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 СанПиН 2.2.4.3359-16 СНиП 23 – 05 - 95 СанПиН 2.2.4.3359-16 СанПиН 2.2.4.3359-16 СанПиН 2.2.4.3359-16 СанПиН 2.2.4.3359-16 СанПиН 21-01-97 ГОСТ 12.1.004-91

13.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

При определении необходимых режимов пульсации сварочного тока, основным источником потенциально вредных и опасных производственных факторов (ОВПФ) является сварочный аппарат, возможность поражения электрическим током. Использование сварочного аппарата может привести к наличию таких вредных факторов, как повышенный уровень электромагнитных полей, повышенный уровень статического электричества, повышенная напряженность электромагнитного поля.

К основной документации, которая регламентирует вышеперечисленные вредные факторы относится СанПиН 2.2.4.3359 - 16 «Санитарно - эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»:

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

В условиях производства, связанного с воздействием электромагнитных полей на работающих, все изолированные от земли крупногабаритные металлоконструкции, машины, механизмы и другие объекты должны быть заземлены.

Допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) на рабочем месте не должны превышать значений [29], представленных в таблице 23:

Таблица 23 - Допустимые уровни ЭМП.

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		1,5 кВ/м

Уровни ЭМП и ЭСП на сварочных постах, перечисленные в таблице 23, соответствуют нормам.

Электробезопасность:

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещены сварочные посты, оборудование должно иметь защитное заземление, зануление в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации. Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия: 1) оформление работы нарядом или устным распоряжением; 2) проведение инструктажей и допуск к работе; 3) контроль во время работы. Уровень напряжения сварочного аппарата составляет 380 В. По опасности поражения электрическим током сварочные посты относятся к первому классу - помещение без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое,

помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18...20° С, с влажностью 40...50%).

Основными непосредственными причинами электротравматизма являются: 1) прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением; 2) прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением; 3) ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала; 4) поражение шаговым напряжением и др.

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются защитное заземление, автоматическое отключение питания, устройства защитного отключения, изолирующие электрозащитные средства, знаки и плакаты безопасности.

В качестве заземляющего устройства (вертикальные электроды) используем стальные трубы диаметром $d = 55$ мм, в качестве соединяющего элемента - стальная полоса шириной $b = 50$ мм.

Выполнив расчет мы определили, что сопротивление $R_{з.у.} = 2,82$ Ом не превышает 4 Ом. Следовательно, диаметр $d = 55$ мм при числе заземлителей $n = 18$ шт является достаточным для обеспечения защиты при контурной схеме расположения заземлителей.

Разработанные мероприятия и расчеты обеспечивают безопасную эксплуатацию сварочного оборудования на сварочных постах.

Освещение:

На сварочных постах, находящихся на производственной площади цеха, отсутствует естественное освещение, установлено только искусственное. Светодиодные светильники установлены над каждой рабочей поверхностью, помимо этого, дополнительно установлено общее освещение участка.

Минимальная освещенность на рабочих местах не должна отличаться от нормируемой средней освещенности в помещении более чем на 10% согласно [31]. Система освещения должна быть сконструирована таким образом, чтобы не существовало ни затененных зон способных вызвать неудобство, ни

раздражающего ослепляющего света, ни опасного стробоскопического эффекта на движущихся частях из - за освещения. Внутренние элементы, требующие частой проверки и регулировки, а также зоны технического обслуживания должны быть обеспечены достаточным освещением. Уровень освещенности в зонах, требующих частой проверки и регулировки, должны быть не менее 500 лк по ИСО 8995 - 1.

В процессе электросварки сварочной дугой излучается свет различных диапазонов. Спектр излучения сварочной дуги включает в себя диапазон инфракрасных волн (750...3430 нм), видимый диапазон (400...750нм) и ультрафиолетовый диапазон (180...400 нм).

Интенсивность оптического излучения сварочной дуги и его спектральные характеристики зависят от мощности дуги, способа сварки, вида сварочных материалов, защитных и плазмообразующих газов.

Ультрафиолетовое излучение не воспринимается глазом человека поэтому опасно вдвойне. Ультрафиолетовое излучение, прежде всего, действует на глаза, вызывая повреждения роговицы, хрусталика и сетчатки, что приводит к потере зрения.

Слепящая яркость видимого света при высокой интенсивности облучения также вредно воздействует на глаза. Особенно опасна синяя часть спектра излучения дуги или газового факела, которая в сочетании с воздействием инфракрасного излучения вызывает фотохимические повреждения сетчатки глаз.

Инфракрасное излучение также, как и ультрафиолетовое, не воспринимается глазом человека. Инфракрасное излучение, особенно длинноволновое поглощается тканями организма человека, вызывая их нагрев, который может привести к ожогам. При отсутствии средств индивидуальной защиты воздействие теплового излучения с интенсивностью, превышающей допустимый уровень, может привести к нарушениям терморегуляции, тепловому удару.

Допустимая плотность потока энергии электромагнитного излучения оптического диапазона (ультрафиолетового, видимого, инфракрасного) на рабочих местах должна соответствовать требованиям, установленным соответствующими нормативными и правовыми актами (таблица 4).

Таблица 24 - Допустимые уровни оптической облученности при сварке

Область спектра	Область излучения	Длина волны, мм	Допустимая плотность потока излучения, Вт/м ²
Ультрафиолетовая	С	200 – 280	0,001
Ультрафиолетовая	В	280 – 315	0,01
Ультрафиолетовая	А	315 – 400	10,0
Видимая		400 – 760	В соответствии с СП 52.13330 – 2016 «Естественное и искусственное освещение»
Инфракрасная		760 - 1000	

Для защиты глаз и лица сварщиков используют специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных излучений в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. Спецдежда – костюм и брюки, а также рукавицы изготавливаются из брезента, имеют специальную жаростойкую пропитку и служат для защиты тела и рук от брызг расплавленного металла и теплового излучения.

Условия труда соответствуют допустимым [34].

Шум и вибрации

Производственный шум - это сочетание различных по частоте и силе звуков. Вибрация - механические колебания материальных точек или тел.

Источниками шума при осуществлении сварочных операций являются:

- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток (m = 2 кг) ГОСТ 2310 - 77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364 - 80.

Потенциальные последствия шумового воздействия на организм человека:

- потеря слуха;
- потеря равновесия;
- потеря понимания ситуации, дезориентация;
- любые другие последствия (например, механические) воздействия на условия окружающей среды или отвлечение внимания.

Если уровень шума не снижается в пределах нормы, используются индивидуальные средства защиты (наушники, шлемофоны).

Источниками вибраций на производстве является различное производственное оборудование. Причины вредного воздействия вибрации на организм человека:

- прямой контакт с источником;
- ослабление соединений, креплений;
- разрегулировка компонентов или деталей.

Последствия вредного воздействия вибраций на организм человека:

- утомление;
- неврологическое поражение;
- сосудистые нарушения;
- соударения.

Нормирование вибраций производят по двум направлениям: санитарно - гигиеническому и техническое (защита оборудования) по ГОСТ 12.1.012 - 90 ССБТ «Вибрационная безопасность».

Методы снижения вибраций: снижение вибрации в источнике ее возникновения, конструктивные методы (виброгашение, вибродемпфирование – подбор определенных видов материалов, виброизоляция). Виброгашение осуществляется путем установки агрегатов на фундаменты.

Условия труда соответствуют требованиям [34].

Микроклимат

На рабочих местах большое значение отводится созданию комфортных условий труда, которое обеспечивается параметрами микроклимата и степенью запыленности воздуха.

Оптимальные параметры микроклимата - такое сочетание температур, относительной влажности и скорости воздуха, которое при длительном и систематическом воздействии не вызывает отклонений состояния человека.

По ГОСТ 12.1.005 - 88 «ССБТ. Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» установлены предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений. В ГОСТе 12.1.007 - 76 дано определение понятию «вредное вещество» - это вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Вредные вещества по степени воздействия на организм человека подразделяются на четыре класса. Сварочные работы относятся к первому классу опасности. В сварочных аэрозолях содержится 90% частиц размером не менее 5 мкм, что делает ее особо вредной для организма человека, учитывая, что в составе этих аэрозолей есть марганец и хром. Пыль, образующаяся при сварке, а также зачистке сварных швов может стать причиной профзаболеваний.

При проведении сварочных работ возникает высокая температура дуги (6000...8000°C) и неизбежно приводит к тому, что часть сварочной проволоки переходит в газообразное состояние. Эти пары, попадая в атмосферу производственной площадки, конденсируются и превращаются в аэрозоли, частицы которых по дисперсии приближаются к дымам и легко попадают в дыхательную систему рабочих.

Признаками отравления обычно являются: головокружение, головные боли, тошнота, рвота, слабость, учащенное дыхание и др. отравляющие

вещества могут также откладываться в мягких тканях организма человека и вызывать хронические заболевания.

Так же, при сварке нержавеющей сталей выделяются такие вещества, как: окись углерода, хром, марганец и фтористые соединения. Согласно ГОСТ 12.1.005 - 88, предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений не должна превышать показателей, указанных в таблице 5.

Таблица 25 - Классы опасностей вредных веществ, выделяющихся при сварке нержавеющей стали

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние
Оксиды марганца (MnO ₂)	0,3	1	Аэрозоли
Оксиды хрома (CrO ₃)	0,01	1	Аэрозоли
Фториды кремния (SiF ₄)	0,01	1	Аэрозоли
Оксид углерода (CO)	20	3	Пары или газы

Мероприятия по борьбе с загрязнениями воздуха служат внедрение новых марок покрытия электродов и порошков с наименьшими токсичными свойствами; приточно - вытяжная вентиляция; устройства передвижных отсосов; приток свежего воздуха от воздухопроводов через электрододержатели или шлем; использование респираторов с химическим фильтром, а иногда и противогазов.

Очистка воздуха от вредных веществ (аэрозолей) осуществляется при помощи специального оборудования различной конструкции в зависимости от размеров частиц веществ: грубая очистка (10...50 мкм), средняя очистка (более 1 мкм), тонкая очистка (менее 1 мкм). Для этого применяются циклоны и пылеосадительные камеры, принцип их действия основан на использовании сил тяжести и инерции; волокнистые (тканевые) и рукавные, изготовлены из натуральных материалов (лен, хлопок, шерсть) и синтетических (полиамидные, полипропиленовые и др.); ротационные пылеобразователи (в виде радиальных вентиляторов); электрофильтры, улавливающие аэрозоли за счет подзарядки их частиц в электрическом поле и дальнейшем осаждении.

Для улавливания аэрозолей, выделяемых в процессе сварки, в системах вентиляции и фильтрации применяются электростатические, тканевые, бумажные и комбинированные фильтры.

Влажность воздуха так же оказывает большое влияние на терморегуляцию организма. Движение воздуха в помещениях является важным фактором, влияющим на тепловое самочувствие человека. Относительно высокая скорость воздуха (более 0,3...0,5 м/с) может мешать технологическому процессу при сварке в среде защитных газов. На сварочных постах значения микроклимата не должны превышать значений, указанных в таблице 26.

Таблица 26 - Оптимальные нормы микроклимата при проведении сварочных работ.

Сезон года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более	Температура воздуха вне постоянных рабочих мест, °С	Тепловое облучение, Вт/м ²
Холодный и переходный период	18 – 20	60 – 40	0,2	13 – 24	800 – 1000
Теплый период	21 - 23	60 – 40	0,3	24 – 28	1000 – 1500

Все опасные и вредные производственные факторы должны быть исключены или, по крайней мере, минимизированы. Для этого используются ГОСТы, сгруппированные в одну систему стандартов безопасности труда (ССБТ). Эти стандарты классифицируют опасные и вредные производственные факторы и устанавливают требования, согласно которых должно быть организовано рабочее место, безопасные методы и приемы работы, санитарно – гигиенические требования, средства индивидуальной защиты и общие требования к безопасному проведению сварочных работ.

Условия труда соответствуют требованиям [34].

14 Экологическая безопасность

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30% вредных веществ.

Для отчистки выбросов в атмосферу, производящихся на сварочном участке, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязненного воздуха. Для улавливания аэрозолей и пыли выделяемых в процессе сварки используется промышленный сварочный и шлифовальный стол с возможностью отвода газов, пыли и частиц при сварке и шлифовке. Под рабочей зоной предусмотрен выдвижной ящик для сбора мусора и пыли. Столы подключены к общей вытяжной системе с системой грубой отчистки, осаживания пыли и циклоном.

Большое значение для оздоровления воздушной среды имеет надежная герметизация оборудования, в котором находятся вредные вещества. Через неплотности в соединениях, а также вследствие газопроницаемости материалов происходит истечение находящихся под давлением газов.

15 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Согласно ГОСТ 22.0.02 - 94 ЧС - это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории (акватории), вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, эпизоотией (болезнь животных), эпифитотией (поражение растений), применение возможным противником современных средств поражения и приведшее или могущее привести к людским или материальным потерям.

С точки зрения выполнения проекта вероятны следующие ЧС:

- 1) Пожары, взрывы;
- 2) Внезапное обрушение зданий, сооружений;
- 3) Геофизические опасные явления (землетрясения);
- 4) Метеорологические или агрометеорологические опасные явления.

Так как объект исследования представляет из себя сварную деталь, то наиболее вероятной ЧС в данном случае может стать пожар на сварочном посту. На сварочном посту большая часть оборудования и материалов не являются горючими. Таким образом возникновение пожара происходит из – за человеческого фактора, а частности - это несоблюдение правил пожарной безопасности. К примеру замыкание электропроводки - в большинстве случаев тоже человеческий фактор. Соблюдений современных норм пожарной безопасности позволяет исключить возникновение пожара.

Пожаровзрывоопасность

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами.

Причинами пожаров технического характера на заводе могут являться:

- нарушение технологического режима;
- неисправность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузки);
- плохая подготовка оборудования к ремонту;
- самовозгорание промасленной ветоши;
- износ и коррозия оборудования;
- искры под электрод работами;
- ремонт оборудования на ходу.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами профилактики и активной защиты. Понятие профилактики включает в себя комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий, таких как предотвращение образования горючей среды, предотвращения образования в горючей среде источников воспламенения, поддержание температуры и давления горючей среды ниже максимально допустимого по горючести и т.д. Под активной пожарной

защитой понимаются меры, обеспечивающие успешную борьбу с возникающими пожарами - это применение средств пожаротушения, эвакуации людей, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре и др.

Мероприятия режимного характера - запрещение курения в неустановленных местах, производства сварочных работ и других огневых работ в пожароопасных помещениях и т.д.

Эксплуатационными мероприятиями также являются своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования.

Средства пожаротушения на сварочных постах являются порошковые огнетушители ОП - 5.

На заводе осуществляются те и другие меры пожарной защиты. В качестве профилактики два раза в год производится инструктаж по пожарной безопасности. Данные инструктажа записываются в специальный журнал.

В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования должна производиться по специальным эвакуационным путям, обозначенные на планах эвакуации в случае пожара, которые должны быть вывешены в наиболее видных местах. Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

В соответствии с ФЗ - 123 (редакция, действующая с 31 июля 2018 года) все производства делят на категории по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности. Участок, на котором осуществляются сварочные работы, относится к категории Г, так как в производстве участвуют негорючие твердые вещества и материалы в раскаленном состоянии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были рассмотрены способы модуляции сварочного тока, изготовлены и применены заглушки торцов свариваемых деталей, установлены осушители защитного газа. Результатом работы является заключение Центральной заводской лаборатории, а также образцы слоев швов, выполненных при помощи усовершенствованной технологии сварки. На полученных швах хорошо выражено проплавление обратного валика. Корневой слой шва имеет ровную и гладкую поверхность, дефектов в шве не обнаружено. На основании полученных данных можно сказать, что сварка модулированным током является перспективным методом и обеспечивает высокое качество соединения во всех пространственных положениях.

Список использованной литературы

1. Д.А. Дудко, В.С. Сидорук, С.А. Зацерковный. Технология дуговой сварки с модуляцией параметров режима. // Автоматическая сварка, 1991.
2. Т.Г. Шигаев. О терминологии сварки модулированным током. // Автоматическая сварка, 1991.
3. В.Н. Липодаев, В.В. Снисарь, В.П. Елагин, В.С. Сидорук. Влияние модуляции сварочного тока на структуру и трещиностойкость швов. // Автоматическая сварка, 1991.
4. Д.А. Дудко, В.С. Сидорук, С.А. Зацерковный. Зависимость химического состава металла шва от параметров режима ручной дуговой сварки модулированным током. // Автоматическая сварка, 1989.
5. Ф.А. Вагнер. Оборудование и способы сварки пульсирующей дугой. // Энергия 1980г.
6. Г.А. Николаев. Сварка в машиностроении. 1978 — Т. 1/Под ред. Н, А. Ольшанского. 1978. 1, 2 том;
7. www.nccp.ru – сайт Новосибирского завода химконцентратов;
8. www.rosatom.ru – сайт Госкорпорации Росатом;
9. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие // Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.;
10. Санитарные правила и нормы 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственной среды;
11. Санитарные правила и нормы 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственной среды;
12. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности;

13. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы;
14. СНиП 23-05-2010 Естественное и искусственное освещение;
15. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
16. ГОСТ 12.1.019-70 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
17. ГОСТ Р 22.0.01-94 Безопасность в ЧС. Основные положения;
18. Трудовой кодекс, № 197-ФЗ/ Ст. 184 ТК РФ. Гарантии и компенсации при несчастном случае на производстве и профессиональные заболевания;
19. ГОСТ 12.3.003-86 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Требования к безопасности;
20. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
21. ГОСТ 10157 - 2016 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия.
22. ГОСТ 2246 - 70 Проволока стальная сварочная. Технические условия.
23. Ю.Г. Драгунов, А.С. Зубченко. Марочник сталей и сплавов // Москва 2014.
24. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. 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. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
25. Клещева И.В. Оценка эффективности научно-исследовательской деятельности студентов. – СПб: НИУ ИТМО, 2014. – 91 с.

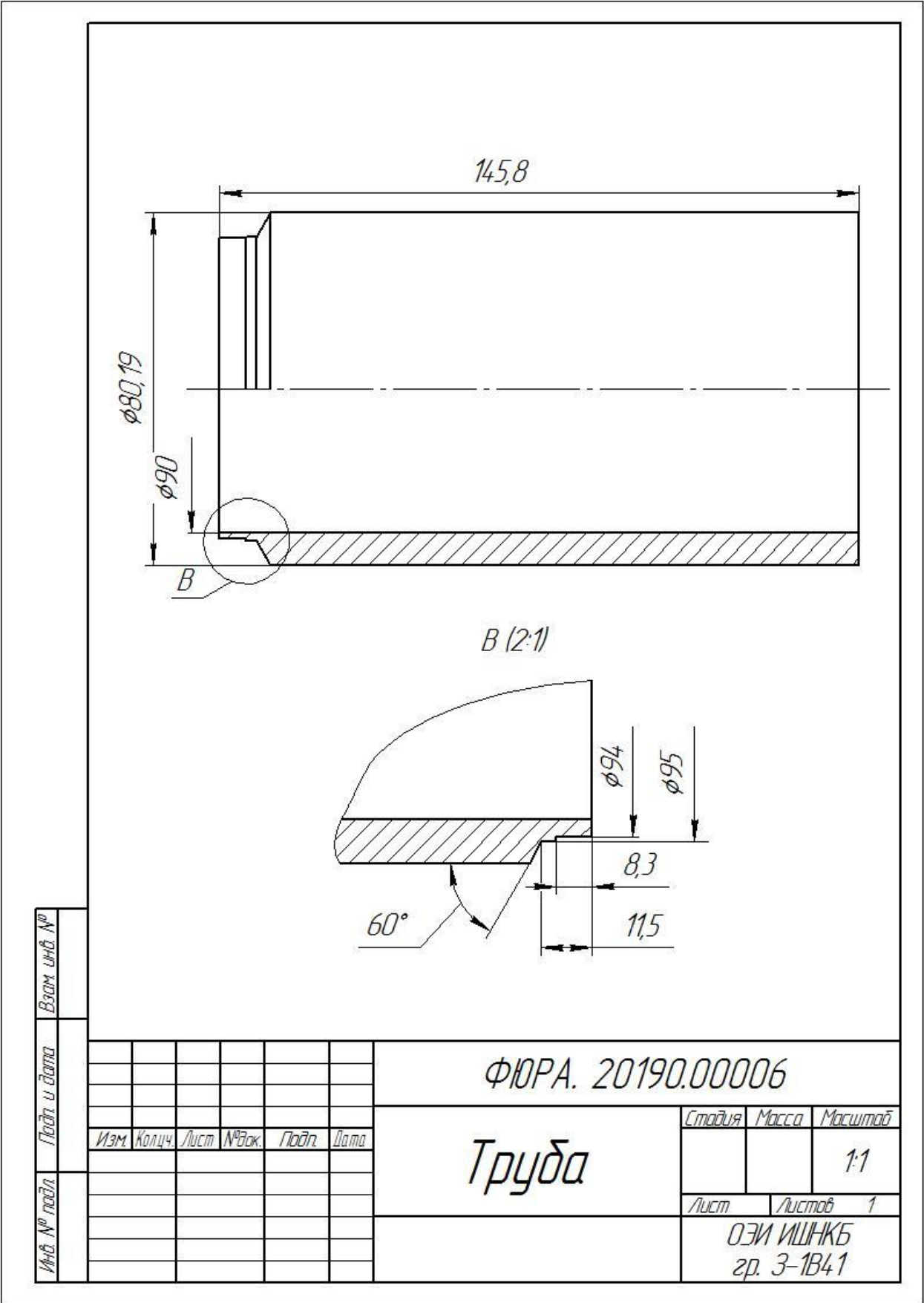
26. ГОСТ 12.0.003 – 2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015.
27. СанПиН 2.2.4.3359 – 16 Санитарно – эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.
28. ГОСТ 12.3.003 – 86 ССБТ Работы электросварочные. Требование безопасности.
29. ГОСТ 12.1.012 – 2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.
30. ГОСТ 12.1.035 – 81 ССБТ. Оборудование для дуговой и контактной электросварки. Допустимые уровни шума и методы измерения.
31. ГОСТ 12.4.105 – 81 ССБТ. Ткани и материалы для спецодежды сварщиков. Общие технические условия
32. ГОСТ Р 12.4.234 – 2012 ССБТ. Одежда специальная для защиты от термических рисков электрической дуги. Общие технические требования и методы испытаний.
33. ГОСТ Р 12.4.238 – 2007 ССБТ. Средства индивидуальной защиты глаз и лица при сварке и аналогичных процессах.
34. СП 52. 13330 – 2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23 – 05 – 95*.
35. Специальная оценка условий труда в ПАО «НЗХК» 2016 (СОУТ).
36. ФЗ – 123 (редакция, действующая с 31 июля 2018 года).

Корпус хвостовика



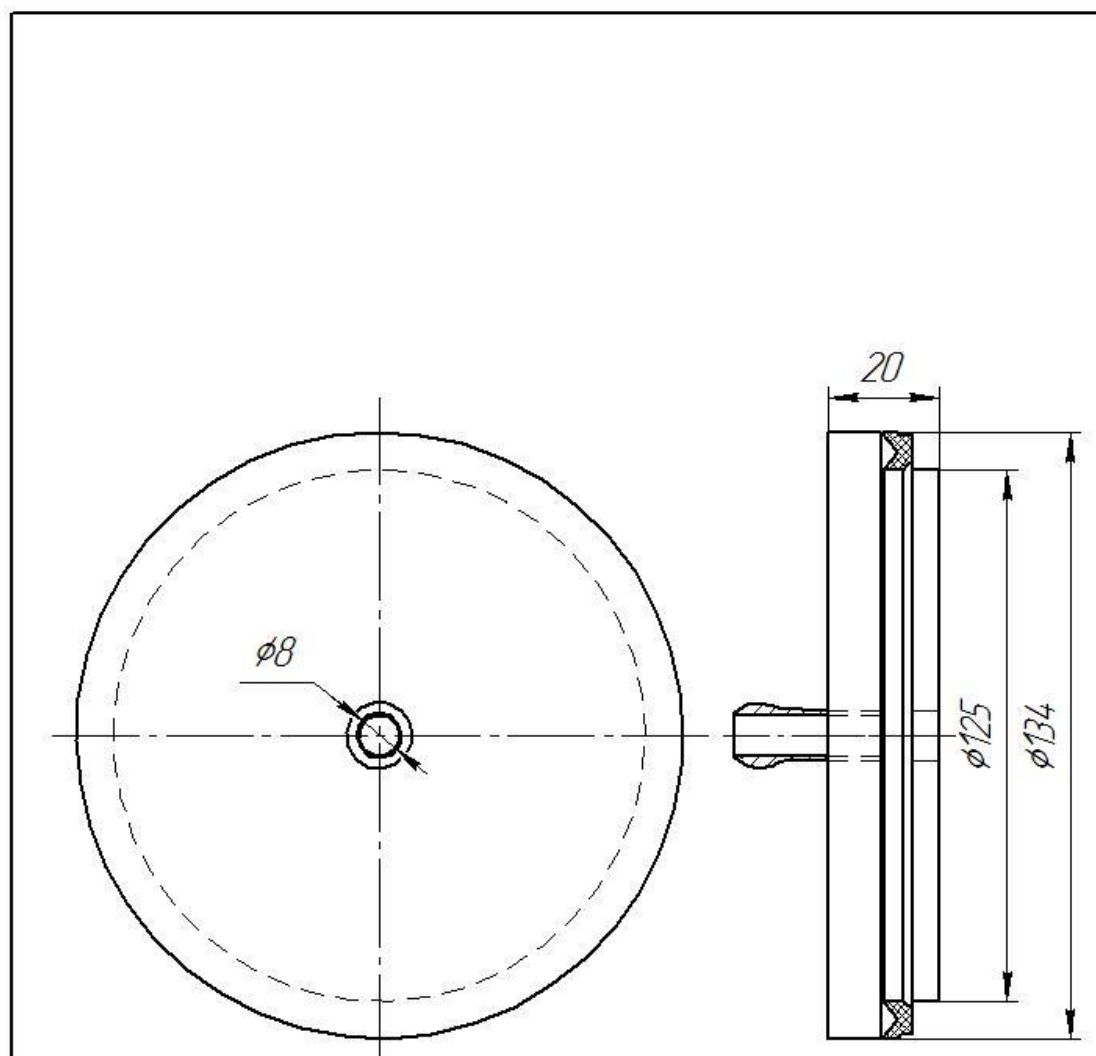
Приложение Б

Труба хвостовика



Приложение В

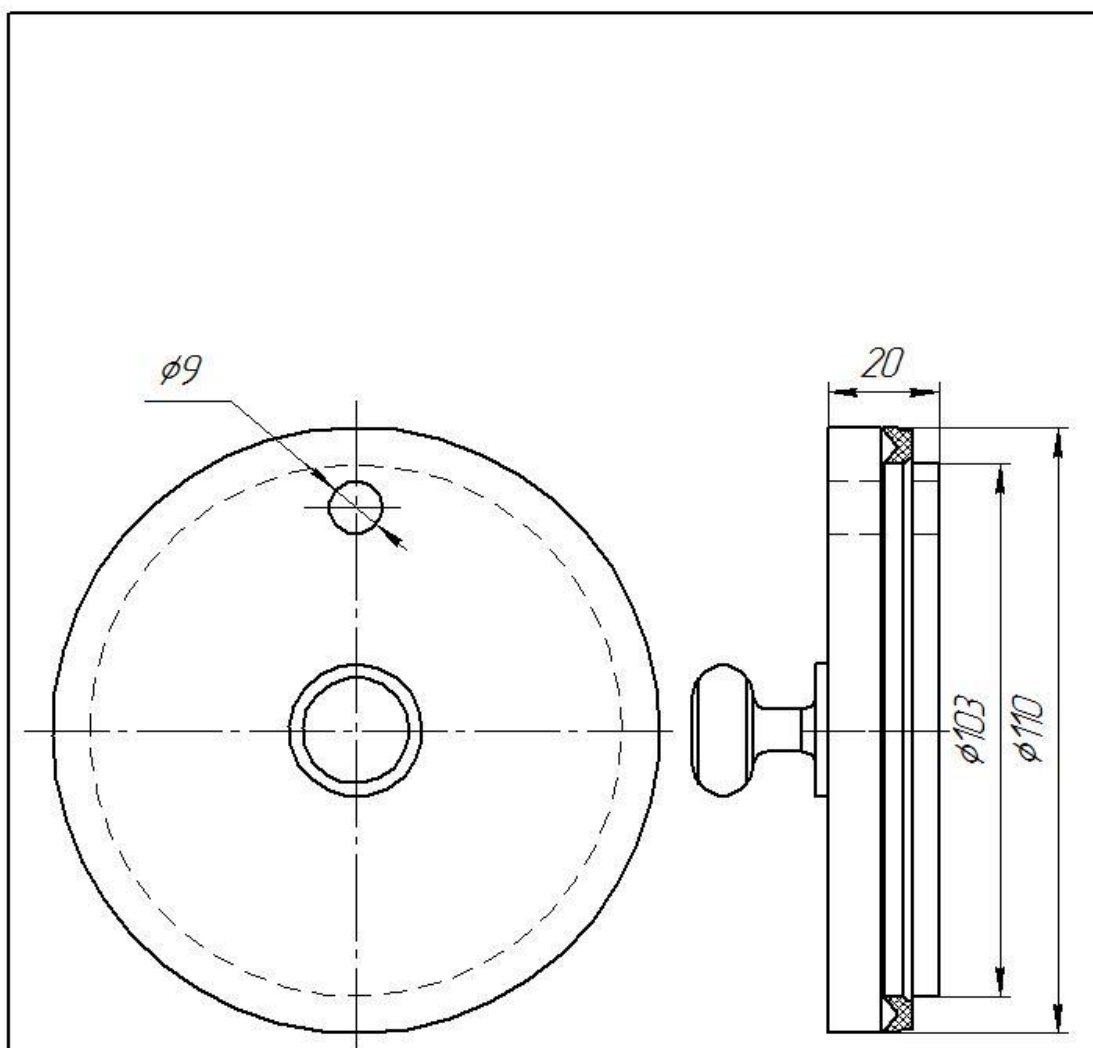
Заглушка №1



Инд. № подл.	Подп. и дата						Взам. инв. №		
	Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ФЮРА. 20190.000006		
	Заглушка №1						Стандия	Масса	Масштаб
									1:1
							Лист	Листов	1
							ОЭИ ИШНБ гр. 3-1В41		

Приложение Г

Заглушка №2



Инв. № подл.	Подп. и дата					Взам. инв. №				
							ФЮРА. 20190.000006			
	Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Заглушка №2	Стадия	Масса	Масштаб
										1:1
								Лист	Листов	1
							ОЭИ ИШНКС гр. 3-1В41			