

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология сборки и сварки бака для хранения серной кислоты

УДК 621.791.01:621.642-034.14-049.32:661.25

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Карташов Максим Олегович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Першина А.А.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	Д.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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

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

ПРИКАЗ

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП/ОПОП
 _____ Першина А.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В81	Карташов Максим Олегович

Тема работы:

Технология сборки и сварки бака для хранения серной кислоты	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	09.12.2021, №343-10/с

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Сборочный чертёж бака для хранения серной кислоты</p>
---	--

<p>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></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Анализ литературы 2) Объект и методы исследования. 3) Расчеты и аналитика. 4) Выводы. 5) Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 6) Социальная ответственность. 7) Комплект технологической документации
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) План раскроя заготовок 2) Конструктивные элементы кромок 3) Сборка конструкции 4) Конструктивные элементы шва 5) Схема выполнения сварных швов
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(С указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>Основная часть</p>	<p>Першина Анна Александровна</p>
<p>Ресурсоэффективность и финансовый менеджмент</p>	<p>Гасанов Магеррам Али оглы</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Авдеева Ирина Ивановна</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>09.12.2021</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент</p>	<p>Першина А.А.</p>	<p>К.Т.Н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>1В81</p>	<p>Карташов Максим Олегович</p>		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В81	Карташов Максим Олегович

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя – 30000 руб. Оклад инженера – 15000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премимальный коэффициент руководителя 30%; Премимальный коэффициент инженера 20%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Доплаты и надбавки инженера 30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 1,3%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциального потребителя результатов исследования, SWOT-анализ разработанной стратегии
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры работы. Расчет трудоемкости выполнения работ. Подсчет бюджета исследования
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Рассчитать показатели финансовой эффективности, ресурсоэффективности и эффективности исполнения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	04.03.2022
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ОСГН	Гасанов М.А.	Д.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Карташов Максим Олегович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 1В81		ФИО Карташов Максим Олегович	
Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение (НОЦ)	М.В. Тригуб
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ специальность	15.03.01 Машиностроение: Оборудование и технология сварочного производства

Тема ВКР:

Технология сборки и сварки бака для хранения серной кислоты	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение —	<p><i>Объект исследования:</i> бак для хранения серной кислоты <i>Область применения:</i> химическая промышленность <i>Рабочая зона:</i> производственное помещение <i>Размеры помещения:</i> 20*10 м и более <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> кран-балка, станок листопрямильный, вальцы четырёхвалковые гидравлические TRIUMPH, гидравлические гильотинные ножницы с ЧПУ SMD HGSK, гидравлический пресс, фланжировочная машина, УШМ, центратор, дефектоскоп <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> пассивация, заполнение бака кислотой, хранение кислоты</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения	<p>Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением" (от 15 декабря 2020 года N 536); Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»; ТК РФ Статья 221. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты; СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"</p>
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации: —	<p>Опасные факторы: 1. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним; 2. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека; 3. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов; 4. Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от полуавтоматической сварки; 5. Работы, связанные с транспортировкой СДЯВ</p> <p>Вредные факторы: 1. Повышенный уровень вибрации;</p>

	<p>2. Повышенный уровень шума;</p> <p>3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</p> <p>4. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника;</p> <p>5. Вредные вещества, выделяющиеся при сварке</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: знаки безопасности, герметизирующие, оградительные, глушители шума, дистанционного управления, предохранительные, заземляющие, средства для вентиляции и очистки воздуха, костюмы защитные, респираторы, сварочные маски, виброизолирующие рукавицы и перчатки, краги, виброизолирующая обувь, защитные очки.</p>
<p>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации</p>	<p>Воздействие на селитебную зону: требуется СЗЗ в размере 500м, так как производство и хранение кислот относится ко второму классу промышленных и производственных объектов</p> <p>Воздействие на литосферу: твердые металлические отходы, утилизация макулатуры, люминесцентных ламп, изношенных средств коллективной и индивидуальной защиты</p> <p>Воздействие на гидросферу: отходы эксплуатационных жидкостей, продукты жизнедеятельности персонала</p> <p>Воздействие на атмосферу: выбросы аргона, не воздействующего на атмосферу, из вентиляционных систем, тепловое воздействие вследствие испарения части охлаждающей воды не оказывает существенного влияния на атмосферу, так как ее процентное содержание мало</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения/при эксплуатации</p>	<p>Возможные ЧС: Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.); Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.); Техногенные аварии (обвал производственного здания, пожар в следствии короткого замыкания сварочного оборудования, взрыв печи для проковки электродов) Экологические аварии: выброс химических веществ в атмосферу) Наиболее типичная ЧС: Пожар в производственном помещении</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Карташов Максим Олегович		

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

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**

Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**

Уровень образования **бакалавриат**

Отделение школы **электронной инженерии**

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

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

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

Обучающегося:

Группа	ФИО
1В81	Карташов Максим Олегович

Тема работы:

Технология сборки и сварки бака для хранения серной кислоты

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

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.04.2022	1 Обзорная часть	20
20.04.2022	2 Практическая часть	20
22.04.2022	3 Обеспечение качества выпускаемой продукции	20
25.05.2022	4 Выводы	15
11.05.2022	5 Финансовый менеджмент	15
20.05.2022	6 Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Першина А.А.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП/ОПОП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Першина А.А.	К.Т.Н.		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Карташов Максим Олегович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 130 страниц, 5 рисунков, 33 таблицы, 31 источник.

Ключевые слова: «бак, сборка и сварка бака для хранения серной кислоты, механизированная сварка, ручная дуговая сварка, технологический процесс».

Объектом исследования (разработки) является технология сборки и сварки бака для хранения серной кислоты.

Цель данной выпускной квалификационной работы заключается в разработке технологии на сборку и сварку бака для хранения серной кислоты.

В ходе работы проводилось технико-экономическое сравнение двух видов сварки, а именно ручной дуговой и полуавтоматической в среде аргона.

В результате исследования был получен вывод о том, что выбор способа сварки бака был выбран правильно.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: длина бака 5900 мм, диаметр 2000 мм, объём бака равен 45 м³.

Степень внедрения: создана технология и разработан комплект конструкторско-технологической документации.

Область применения: предприятия, изготавливающие сосуды под давлением, емкостные аппараты и другие подобные сооружения.

Экономическая эффективность/значимость работы: повышение производительности и снижение затрат на выполнение сварочных работ.

Определения, сокращения и нормативные ссылки

В представленной работе фигурируют следующие технические термины и их определения:

полуавтоматическая дуговая сварка: Процесс создания неразъёмного соединения, при котором подача проволоки, выступающей в качестве присадочного материала, производится автоматически, но такие задачи как установка, корректировка режимов сварки и перемещение сварочной горелки осуществляется сварщиком.

сварное соединение: Неразъёмное соединение, выполненное с применением сварки.

выпуклость сварного шва: Расстояние между плоскостью, определяемое расстоянием между точкой наибольшего отклонения сварного шва и основным металлом.

Зазор: Расстояние, закладываемое при сборке между кромками для сварки деталей.

сварочная ванна: Часть свариваемого шва, которая в процессе сварки плавлением находится в жидком состоянии.

стыковое соединение: Тип сварочного соединения, при котором заготовки находятся в одной плоскости так же они должны примыкать друг к другу торцовыми поверхностями.

легированная сталь: Сплав железа с углеродом, в состав которого были добавлены дополнительные элементы, которые изменяют механические или физические свойства.

кольцевой шов: Сварной шов, образующийся при сварке заготовок по всему периметру.

В данной работе были применены следующие ссылки на действующие стандарты:

1. ГОСТ 10157–2016 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия.

2. ГОСТ 2246-70 Проволока сварочная стальная. Технические условия.
3. СТО 00220368-013-2009 Сварка сосудов, аппаратов и трубопроводов из высоколегированных сталей.
4. ГОСТ 14771–76 Швы сварных соединений. Электродуговая сварка в защитных газах.
5. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
6. СТП ТПУ 2.5.01–2014 Положение о выпускных квалификационных работах бакалавра, специалиста и магистра в Томском политехническом университете.
7. ГОСТ 12.0.002–2014 Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.
8. ГОСТ 7.32–2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
9. ГОСТ Р 1.5–2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.
10. ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий

В данной работе использованы следующие сокращения:

I_c – величина силы сварочного тока (А);

U_d – величина напряжения дуги (В);

$d_{эл}$ – диаметр электрода (мм);

$V_{св}$ – скорость сварки (см/м);

H – глубина проплавления (мм);

e – ширина сварного шва (мм);

g – выпуклость сварного шва (мм).

ВИК – визуальный и измерительный контроль.

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

σ_B – предел прочности, МПа;

Оглавление

Введение	16
1 Обзорная часть	17
1.1 Назначение и условия работы бака для хранения и транспортировки серной кислот	17
1.2 Материал сварочной конструкции	17
1.3 Свариваемость стали 08X18H10T	19
1.4 Заготовительные операции	21
1.5 Способы контроля	22
2 Практическая часть	26
2.1 Назначение способа сварки	26
2.2 Назначение сварочных материалов	27
2.3 Назначение сварочного оборудования	28
2.4 Расчет режимов сварки	29
2.4.1 Расчет режимов полуавтоматической сварки	29
2.4.2 Расчет режимов ручной дуговой сварки	32
2.5 Порядок сборки и сварки	33
3 Обеспечение качества выпускаемой продукции	36
4 Финансовый менеджмент	38
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования	38
4.2 Анализ конкурентных технических решений	39
4.3 SWOT-анализ	42
4.4 Планирование работ по техническому исследованию	47
4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования	47
4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ	48
4.4.3 Разработка графика проведения научного исследования	49

4.5	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	50
4.5.1	Расчет материальных затрат НТИ	50
4.5.2	Основная заработная плата исполнителя темы	51
4.5.3	Расчет дополнительной заработной платы	54
4.5.5	Отчисления во внебюджетные фонды	55
4.5.6	Накладные расходы	55
4.5.7	Формирование бюджета исследовательского проекта	57
4.6	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	57
4.7	Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	59
5	Социальная ответственность	60
5.1	Правовые и организационные вопросы безопасности	60
5.1.1	Специальные правовые нормы законодательства	60
5.2	Организационные мероприятия при компоновке зоны для проведения работ	61
5.3	Производственная безопасность	62
5.4	Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	63
5.5	Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека	63
5.6	Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	65
5.7	Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от полуавтоматической сварки	66
5.8	Работы, связанные с транспортировкой СДЯВ	68

5.9	Вредные факторы	69
5.9.1	Повышенный уровень вибрации	69
5.9.2	Повышенный уровень шума	69
5.9.3	Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	70
5.9.4	Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника	71
5.9.5	Вредные вещества, выделяющиеся при сварке	72
5.9.6	Экологическая безопасность	74
5.9.7	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	76
	Вывод по разделу социальная ответственность	78
	Заключение	79
	Список использованных источников	80
	Приложение А Комплект таблиц	83
	Приложение Б Комплект технологической документации для изготовления бака	89
	Приложение В Комплект чертежей для изготовления бака для хранения серной кислоты	112

Введение

На данный момент промышленность предлагает огромный выбор никельсодержащих сплавов для использования в различных агрессивных средах, включая кислоты, щелочи, морскую воду и многие другие промышленные среды.

Условия и, следовательно, скорость коррозии могут сильно различаться при передаче тепла, когда присутствуют загрязняющие вещества и может возникнуть эрозия. Таким образом, крайне важно, прежде чем использовать данные для выбора сплава, изучить детали предполагаемых условий эксплуатации, а также возможность «нарушения», которое может привести к значительным изменениям условий воздействия. Эти данные о коррозии лучше всего использовать для определения нескольких сплавов, подходящих для дальнейшей оценки в конкретных условиях.

Концентрация кислоты и температура являются важными переменными, но иногда присутствие окисляющие или восстанавливающие примеси, присутствие хлоридов, скорость или теплопередача могут резко повлиять на скорость коррозии сплавов. На результаты лабораторных испытаний может повлиять продолжительность воздействия из-за накопления продуктов коррозии или истощения кислорода в испытуемых растворах; в другом случае количество кислорода в испытуемом растворе может быть различным для разных типов конденсаторов, используемых в испытательной установке. Перед выбором материала важно знать условия эксплуатации, включая не только температуру и концентрацию кислоты, но и наличие или отсутствие окислителей и других примесей, скорость действия кислоты и эффекты теплопередачи.

Из группы конструкционных материалов можно выделить следующие сплавы: обладающие относительно высокой холодостойкостью, а также жаропрочностью и коррозионной стойкостью [4]. Подобные материалы применяются в таких видах промышленности как: нефтяная, энергетическом машиностроении, химическая и ряде других отраслей.

1 Обзорная часть

1.1 Назначение и условия работы бака для хранения и транспортировки серной кислот

В первую очередь нужно выделить главное условие работы данной конструкции – это постоянный контакт с кислотой 100% концентрации.

Исходя из поставленных задач следует подобрать материал, который способен на постоянной основе контактировать с подобной агрессивной средой. В ходе анализа различных сталей и сплавов для изготовления бака была назначена нержавеющая сталь 08X18H10T.

Для уменьшения трудоемкости изготовления конструкций изготовлен комплект документов, включающий в себя: маршрутную карту; карту эскизов; операционную карту. Все операции были назначены таким образом, чтобы минимизировать расход листового материала, из которого в последствие будет изготавливаться бак.

Работа включает в себя раскрой листового металла; гибка нарезанных листов для изготовления днищ, а также для дальнейшего изготовления обечайек; сборку и сварку обечайки из полукопыт и из цельной заготовки. Всё выше перечисленное нужно сделать в соответствии с ФЮРА.02190.023.

1.2 Материал сварочной конструкции

Выбор стали, из которой будет изготовлена вся конструкция, является первостепенной целью перед началом проектирования, потому что от выбора материала будут сильно зависеть следующие характеристики: масса конструкции; финансовую затратность изготовления всей конструкции, а также на эксплуатационные качества. Стабильность свойств, выбранной стали, будет являться немаловажным параметром качества материала, небольшой интервал в разбросе показателей его механических характеристик также является параметром, которому нужно уделить внимание. Так как конструкция будет

содержать много сварных швов при выборе материала нужно учесть свариваемость данной стали [4].

После анализа литературы на основании имеющихся данных и согласования с научным руководителем была назначена листовая сталь марки 08X18H10T, относящаяся к классу аустенитных сталей.

Так как сталь 08X18H10T достаточно часто применяют в сварных конструкциях, которые в последствие будут контактировать с агрессивными средами в процессе своей эксплуатации, последствием такого контакта может стать коррозия металла – это могут быть резервуары, цистерны и иное технологическое оборудование [2].

Стали аустенитного класса имеют коэффициент линейного расширения в 1,5 раза выше, а теплопроводность в 4 раза ниже, в сравнение со сталями низкоуглеродистого класса. При сварке это может привести к не удовлетворимому результату в отношении геометрических параметров конструкции, это происходит в результате неравномерного распределения тепла. Также сталям аустенитного класса свойственно сравнительно высокое сопротивление, при ручной дуговой сварке это приводит к сильному нагреву электрода или проволоки в случае механизированной сварки в среде защитных газов [5].

В таблице 1 представлен химический состав ранее назначенной стали, а механические свойства данной стали приведены в таблице 2.

Таблица 1- Химический состав стали 08X18H10T, в %[4].

C	Cr	Cu	Ti	Si	Mn	Ni	S	P	Fe
До 0,08	17 – 19	До 0,3	0.6 – 0.8	До 0,08	2,0	9,5 – 10	До 0,025	До 0,035	~65

Таблица 2 – Механические свойства стали 08X18H10T [4].

Сталь	Предел текучести σ_T , Н/мм ²	Временное сопротивление σ_B , Н/мм ²	Относительное удлинение δ , %
	Не менее	Не менее	
08X18H10T	205	510	43

1.3 Свариваемость стали 08X18H10T

Свариваемость – это свойство металлов и не металлов, а также сочетания нескольких металлов образовывать, в процессе сварки с установленной технологий, неразъёмные соединения, которые будут отвечать эксплуатационным требованиям, которые обусловлены геометрией конструкции [5]. Свариваемость также можно разделяют на два типа - это технологическая и физическая:

- технологическая свариваемость – это возможность получить сварное соединения каким-то конкретным способом сварки, при этом применяя технологическую последовательность.

- физическая свариваемость – свойство металлов, которое способствует образованию монолитного соединения сварочного шва с химической связью. Многие чистые металлы, а также сплавы являются обладателями такого типа свариваемости;

Помимо этих показателей, также есть ещё и показатели, от которых будет зависеть качество сварного соединения: величина деформаций, коробления материалов при сварке, а также величина собственных напряжений [4].

Одна из основных проблем при сварке деталей из аустенитной стали заключается в том, что она склонна к образованию горячих трещин в зоне термического влияния. Такие трещины могут появиться также во время термической обработки. Их образование можно объяснить тем, что во время сварки при нагреве формируется крупнозернистая структура металла [1].

Факторы, повышающие сопротивляемость металла шва, которые могут привести к образованию горячих трещин при сварке данной стали:

- понижение количества примесей в процентном эквиваленте, для того, для того чтобы сузить эффективный интервал кристаллизации, потому что они могут образовывать легкоплавкие фазы.
- наличие двухфазной структуры в области высокой температуры при кристаллизации металла, в том время, когда будет происходить дисперсия частиц в тугоплавкой фазе, а также выделяться первичный феррит;

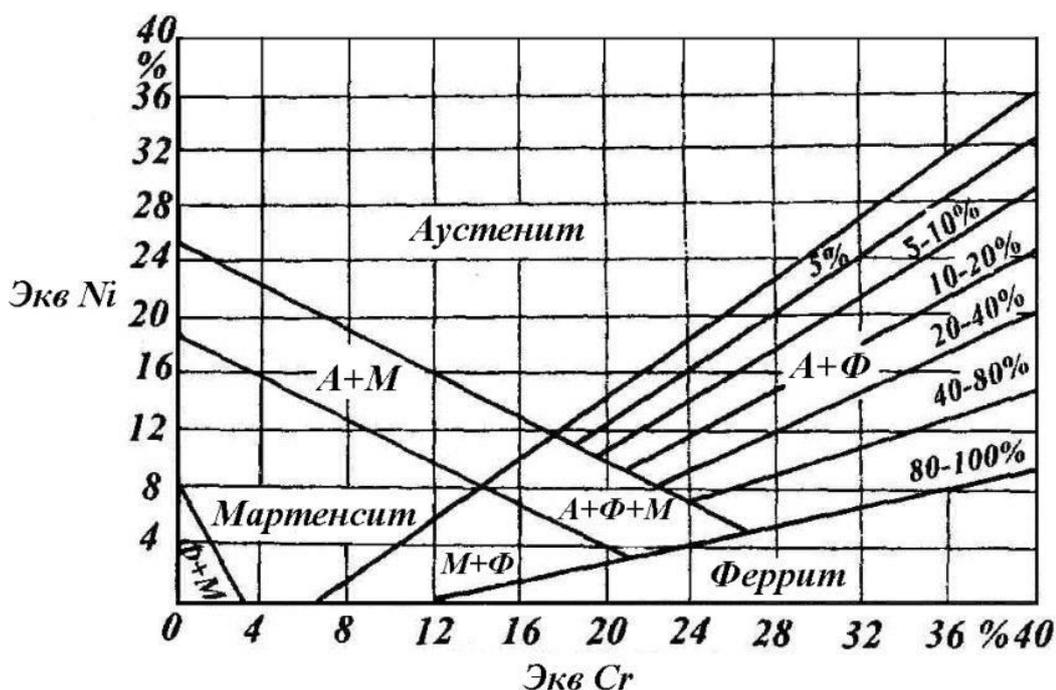


Рисунок 1 – Диаграмма Шеффлера.

Для стали 08X18N10T нужно вычислить с помощью диаграммы Шеффлера приблизительное содержание ферритной фазы, данная диаграмма была составлена, на основании проведенных опытов и полученных данных, применимо к скорости охлаждения, характерной при различной дуговой сварке [1]. Количество содержания ферритной фазы будет зависеть от следующих факторов: от скорости с которой был охлаждён металл, а также от состава данного металла. Содержание феррита в аустенитно-ферритной стали определялось с помощью диаграммы Шеффлера, приблизительно.

Рекомендуется, чтобы в наплавленном металле содержание ферритной фазы было в пределах 2-6%. Для жаростойких, а также жаропрочных сталей, с

относительно небольшим процентом содержания аустенита, а содержанием Ni <15%, предотвратить наличие горячих трещин можно при получении аустенитно-ферритной структуры около 3-5% феррита [4]. При содержании феррита больше 5%, сварные швы будут достаточно хрупкими при больших температурах [4].

По диаграмме Шеффлера для 08X18H10T было определено количество феррита, содержащегося в наплавленном металле, оно составило 5 процентов.

1.4 Заготовительные операции

К заготовительным можно отнести следующие операции: разметка, гибка, резка. Выполнение заготовительных операций является первым и очень важным шагом на пути к созданию готовой конструкции, от которых будет зависеть точность и количество остаточного металла.

При производстве конструкций из листового металла технологический процесс предполагает такие операции как: резку, зачистку деталей до и после сварки, разметку листов, строжку кромок [3].

Размечать листы металла нужно согласно заранее изготовленному чертежу, при разметке могут понадобиться такие инструменты как: линейка, штангенциркуль, чертилка, маркер, рулетка.

Перед резкой нужно убедиться, что заготовка будет иметь достаточный припуск на дальнейшие операции строжки и усадки металла при сварке. Способ резки назначается на основании толщины металла, необходимости точности резки, химического состава. В ходе работ будет применено два способа резки – это кислородная резка и гильотинные ножницы.

Для очистки сталей аустенитного класса от загрязнений можно применять такие способы как химическая очистка, а также очистка с помощью механических щеток или ручного инструмента [4].

При выполнении всех выше перечисленных способов обработки металла можно получить желаемые заготовки, если были соблюдены все требования к

выполнению этих операций, прописанных в маршрутной карте, будет получена желаемая конструкция, которая будет удовлетворять заданным требованиям.

1.5 Способы контроля

При сборке и сварке используются различные методы контроля, которые имеют свои плюсы и минусы. Но при этом, весь функционал этих методов контроля должен определить наличие или отсутствие дефектов в сварочном шве.

Исходя из того для чего будет применяться та или иная конструкция, содержащая сварочные соединения, необходимо будет назначить соответствующие методы контроля.

В свою очередь к основным методам контроля можно отнести следующие:

- радиографический;
- визуально–измерительный контроль (ВИК);
- ультразвуковой метод контроля (УЗК);
- испытание на стойкость к межкристаллической коррозии;
- гидравлический метод;

Помимо контроля готового изделия нужно проводить промежуточный контроль на всех этапах изготовления конструкции. Также необходимо проверять и основной металл на наличие ржавчины, загрязнений, деформаций.

Сварочная проволока тоже подлежит проверке, её нужно проверить на:

- наличие расслоений на её поверхностях;
- наличие закатов;
- наличие нежелательных покрытий;
- чистоту поверхности;

Если все перечисленные выше факторы соответствуют нормам, то необходимо произвести сварку пробного образца, это позволит понять насколько качественна данная проволока. Таким же способ производится проверка защитного газа.

Технический уровень, надежность и состояние оборудования поддерживаются в заданных пределах. Соблюдается график технического обслуживания оборудования.

Заготовки, подлежащие сварке, нужно проверить на правильность их геометрии, размеров.

Режимы сварки контролируются с целью соблюдения параметров процесса.

Все рабочие должно быть аттестованы и иметь соответствующие допуски для изготовления конструкции, также они должны проходить периодическую аттестацию.

Сначала качество сварных швов (бака для хранения серной кислоты) проверяется визуально измерительным контролем, который необходим для выявления внешних дефектов в швах. С помощью специального инструмента «УШС» нужно определить конструктивные параметры сварного шва, а также видимые дефекты, проводится в объеме 100%. Размеры конструктивных элементов определяет НТД на данный объект.

Гидравлический метод контроля – данный способ контроля швов используют чтобы проверить прочностные качества изделия. Этот способ применяется для проверки герметичных конструкций, таких как котлы или трубопроводы, а также других подобных конструкций, которые эксплуатируют под давлением. Перед началом испытания проводят герметизацию изделия с помощью заглушек, а наружные швы обдувают сжатым воздухом. После герметизации конструкцию наполняется жидкостью до того момента, пока внутреннее давление не превысит в полтора-два раза рабочее давление. Далее конструкция должна выдерживаться под давлением какое-то время, в зависимости от назначения. После чего необходимо осмотреть все сварные швы на наличие влаги, она будет свидетельствовать о наличии дефектов.

Ультразвуковой метод контроля (УЗК) – это метод контроля основанный на применение ультразвука, который отличается сравнительно высокой точностью. В сравнение с такими методами как радио-дефектоскопией,

рентгенодефектоскопия. С помощью УЗК можно выявлять практически весь спектр дефектов. Также данный метод позволяет получать точные данные о расположении и характеристиках найденных дефектов.

УЗК основывается на колебаниях с частотой приблизительно 20 КГц, которые проникают в металл после чего, при наличии дефектов, отражаются от них. Волна звука, которую создаёт прибор, проходит сквозь толщу металла конструкции. Если в металле присутствует какой-либо дефект, то он окажет воздействие на волну, и она распространится с отклонениями, эти отклонения зафиксирует прибор. Параметры, которые будут полученные в процессе проведения данного метода контроля, позволяют получить информацию о параметрах дефекта. Расстояние до дефекта можно узнать по количеству времени, которое волна будет идти до дефекта, а примерные размеры дефекта можно узнать по амплитуде колебания отражённой волны.

При проведении УЗК можно выделить четыре основных разновидности методов проведения данного контроля. Их основные различия заключаются в способах, которые применяются информации о наличие и роде дефектов.

- Импульсный эхо-метод. При проведение данного метода контроля звуковую волну пускают на конкретную область, в это время сигнал, который отразится от дефекта зафиксирует прибор.

- Теневая методика. Относительно проверяемой области по обе стороны ставятся два преобразователя. На одном формируется волну, на втором преобразователе произойдёт регистрация отраженного сигнала, который сообщит о наличие дефекта. Это происходит из-за того, что сигнал не доходит до второго преобразователя при наличии дефекта, так как в данном случае дефект на пути волны возникает «глухая зона».

- Зеркальный эхо-метод. В данном случае оба преобразователя будут установлены на одной стороне. Первый прибор формирует УЗ-колебания, которые отражаются от неровности, а второй регистрирует их.

- Зеркально-теневая методика. Данный метод отличается от теневого тем, что оба прибора будут размещены на одной стороне. Поэтому в процессе

дефектоскопист регистрирует сигнал, который будет отражаться от второй поверхности контролируемой зоны поток волн.

УЗК позволяет найти такие дефекты как:

- воздушные поры и полости;
- зоны крупнозернистости;
- наличие шлака в сварочном шве;
- неоднородность химических вкраплений;
- трещины;
- недопустимые утолщения;
- ликвационные скопления.

Преимущества УЗК:

- безопасность, данный способ контроля не оказывает негативного влияния на организм человека;
- мобильность, приборы для проведения УЗК портативные, что позволяет выполнять контроль на выезде и в труднодоступных местах;
- высокая точность, УЗК обладает высокой точностью, что позволяет получить обширные данные о дефектах;
- неразрушающий фактор, конструкция сохраняет свои первоначальные размеры и свойства;
- сравнительно доступная стоимость, УЗК дешевле многих других методов контроля.

2. Практическая часть

2.1 Назначение способа сварки

Существует большое количество способов сварки, которые можно применять для сварки стали 08X18H10T, в рамках разрабатываемой конструкции был выбран способ полуавтоматической сварки в среде инертных защитных газов (MIG).

Выше упомянутый способ сварки имеет несколько преимуществ в сравнение с остальными, таковыми являются: высокое качество сварных соединений, высокая скорость работы, большой диапазон толщин, отсутствие влияния пространственного положения на качество шва.

Для сварки заданной конструкции в качестве защитного газа был выбран аргон, так как конструкция будет эксплуатироваться в агрессивной среде, нужно обеспечить наилучшее качество шва. Особенность Аргона заключается в том, что во время сварки он вытесняет из зоны сварочного шва азот и кислород, которые в свою очередь являются основными окислителями, а значит их наличие нужно в обязательном порядке исключить при сварке аустенитных сталей. В случае несоблюдения технологии при сварке и сборке, в процессе эксплуатации произойдёт нарушение целостности сварочных швов.

В качестве вспомогательного способа сварки была назначена ручная дуговая сварка покрытыми электродами, этот способ имеет место быть при сварке нержавеющей стали 08X18H10T, но основным способом была назначена полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в среде защитного газа аргона, потому что он имеет ряд преимуществ в сравнение с ручной дуговой сваркой:

- Имеет высокую производительность;
- Высокая глубина проплавления;
- Обеспечивает удовлетворительные геометрические размеры шва.

2.2 Назначение сварочных материалов

Для обеспечения требуемых эксплуатационных параметров необходимо назначить соответствующие сварочные материалы, в данном случае необходимо обеспечить коррозионную стойкость сварочных швов и всей конструкции для дальнейшей эксплуатации в агрессивной среде.

К сварочным материалам в условиях изготовления бака для хранения можно отнести электроды, защитный газ, сварочную проволоку. Для сохранения коррозионной стойкости в соответствии с ГОСТ 2246-70 была назначена сварочная проволока марки Св-07Х18Н9ТЮ диаметром 3 миллиметра. Химический состав аргона приведён в таблице 3. Химический состав сварочной проволоки Св-07Х18Н9ТЮ приведен в таблице 4.

Таблица 3 – Химический состав аргона по ГОСТ 10157-79 [4].

Ar, %, не менее	O ₂ , %, не более	N ₂ , %, не более	CO ₂ , %, не более	Содержание водяных паров, %, не более	Температура насыщения, К, не более
99,992	0,0007	0,006	0,0005	0,01	215

Таблица 4 – Химический состав сварочной проволоки Св-07Х18Н9ТЮ по ГОСТ 2246-70.

C, %	Si, %	Cr, %	S, %	Ni, %	Al, %	P, %	Ti, %	Mn, %
<0,09	<0,8	17–19	<0,015	8–10	0,6–0,95	<0,03	1–1,4	<2

Для выполнения прихваток при сборке, а также при приварке штуцеров потребуются электроды, для данной марки стали в целях сохранения коррозионных свойств конструкции назначены электроды марки ЦЛ-11, состав этих электродов приведёт в таблице 5.

Таблица 5 – Химический состав электродов ЦЛ-11 по ГОСТ 10052–75.

C, %	Si, %	Cr, %	S, %	Ni, %	Al, %	P, %	Nb, %	Mn, %
0,05-0,12	1,3	18-22	<0,02	8,0-10,5	0,6-0,95	<0,03	1-1,3	1,1-2,5

2.3 Назначение сварочного оборудования

Чтобы изготовить бак для хранения серной кислоты назначен полуавтоматический сварочный аппарат «EWM SATURN 301», основное количество сварных швов будет выполнено именно с помощью этого сварочного аппарата, технические характеристики данного аппарата приведены в таблице 6.

Полуавтоматический сварочный аппарат «EWM Saturn 301» подходит как для сварки в инертных, так и для сварки в активных газах (MIG и MAG). Минимальный сварочный ток 30 А, а максимальный 300 А. Данный сварочный аппарат имеет достаточно прочный железный корпус. Работает данный аппарат при напряжении 380В. Главным плюсом полуавтоматического источника питания будет то, что он может обеспечить стабильное зажигание дуги, что позволит исключить возможную порчу тела объекта попытками зажечь электрод.

Преимущества сварочного аппарата EWM Saturn 301:

- Удобная конструкция
- Увеличение продолжительности включения
- Прочный корпус
- Мелкоступенчатая настройка напряжения
- Проверенное управление
- Экономичность
- Наличие возможности выбора управления – классический, а также заранее настроенный

Таблица 6 – Основные характеристики полуавтоматического аппарата «EWM Saturn 301».

Мощность при максимальной нагрузке	12.80 кВт
Напряжение сети	380 В (-15%; +15%)
MIG/MAG сварочный ток	30 - 300 А
Количество ступеней регулировки тока	12
Скорость подачи проволоки	0,5-24 мм/сек

Для ручной дуговой сварки, которая в рамках сборки и сварки данной конструкции будет выполнять роль вспомогательного способа, назначен сварочный выпрямитель «ММА ЭСВА ВДМ-1201». Основные характеристики данного аппарата приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Основные характеристики Сварочного выпрямителя «ММА WESTER 220Т».

Тип тока	DC
Макс. потребляемая мощность, кВт	81.6
Трехфазный	Да
Ток, min, А	30
Ток, max, А	220

2.4 Расчет режимов сварки

2.4.1 Расчет режимов полуавтоматической сварки

Режим сварки – это совокупность характеристик сварочного процесса, которые обеспечивают получение сварных швов с необходимыми параметрами.

Для начала расчета нужно выбрать тип сварочного соединения, которое будет определять геометрические параметры сварочного шва и параметры разделки кромок, в соответствии с ГОСТ 14771-76. Конструктивные размеры сварочного шва и разделки кромок представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Конструктивные размеры сварочного шва и разделки кромок в соответствии с ГОСТ 14771-76

Условное обозначение сварного соединения	Способ сварки	s	b мм		e мм		g мм		g ₁ мм	
			Номин.	Пред. откл.	Номи н.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.
C21	ИП	10	2	+1 -2	14	±2	1	±1	1	+1

Сварочный шов необходимо выполнить в 4 слоя, это необходимо для уменьшения тепловложения в основной металл, так как конструкция изготавливается из нержавеющей стали, которая имеет большой коэффициент расширения. Подробная информация о размерах сварочного шва представлена на рисунке 2.

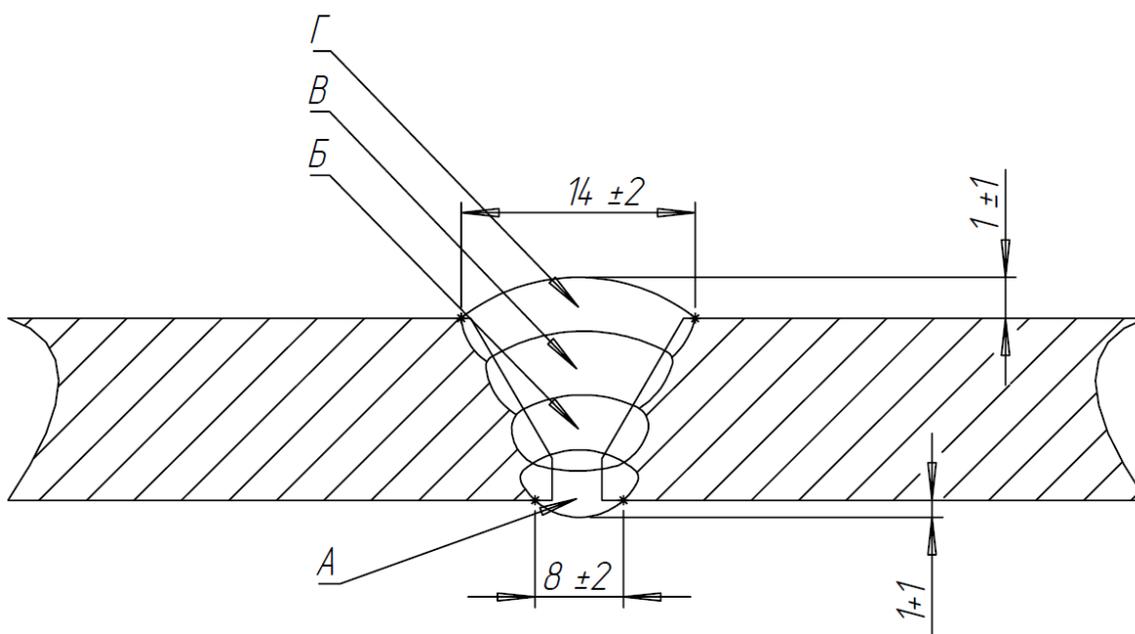


Рисунок 2 – Размеры сварочного шва, согласно ГОСТ 14771-76, при толщине металла 10 мм.

Расчет производится согласно методическим указаниям [10].

Глубина проплавления рассчитывается по формуле:

$$h_p = 0,35S - 0,5b. \quad (1)$$

$$h_p = 3,5 - 1 = 2,5 \text{ мм.}$$

Диаметр сварочной проволоки находится по формуле:

$$d_{\text{эп}} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05 \cdot h_p. \quad (2)$$

$$d_{\text{эп}} = \sqrt[4]{2,5} \pm 0,05 \cdot 2,5 = 1,13 \dots 1,38 \text{ мм.}$$

Диаметр сварочной проволоки примем равным 1,2 мм.

Сварочный ток определяется по формуле:

$$I_{\text{св}} = \frac{h_p \cdot 100}{k_n}, \quad (3)$$

где k_n – коэффициент пропорциональности, зависящий от диаметра проволоки.

Согласно рекомендации, для диаметра проволоки равного $d_s=1,2$ мм, этот коэффициент равен: $k_n=2,1$.

Таким образом:

$$I_{\text{св}} = \frac{2,5 \cdot 100}{2,1} = 119 \text{ А.}$$

Сварочный ток примем равным 120А.

Для определения напряжения в сварочной дуге используем формулу:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_{\text{эп}}^{0,5} \cdot I_{\text{св}}} \pm 1, \quad (4)$$

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{1,1 \cdot 120} \pm 1 = 19 \dots 21 \text{ В.}$$

Выбираем $U_d=20$ В.

Зная ширину шва и глубину провара находится скорость сварки:

$$V_{\text{св}} = \frac{A}{I_{\text{св}}}, \quad (5)$$

где A – постоянная произведения сварочного тока на напряжение на дуге.

$$V_{\text{св}} = \frac{3000}{120} = 25 \text{ м/ч.}$$

Принимаем скорость сварки 25 м/ч.

Определим скорость подачи электродной проволоки по формуле:

$$V_{\text{эп}} = 0,53 \cdot \frac{I_{\text{св}}}{d_{\text{эп}}^2} + 6,94 \cdot 10^{-3} \frac{I_{\text{св}}^2}{d_{\text{эп}}^3}. \quad (6)$$

$$V_{\text{эп}} = 0,53 \cdot \frac{120}{1,44} + 6,94 \cdot 10^{-3} \frac{14400}{1,73} = 101,9 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$$

Принимаем скорость подачи проволоки 102 м/ч.

Вылет электродной проволоки рассчитывается по формуле:

$$I_B = 10 \cdot d_{\text{эп}} \pm 2 \cdot d_{\text{эп}}. \quad (7)$$

$$I_B = 10 \cdot 1,2 \pm 2 \cdot 1,2 = 9,6 \dots 14,4 \text{ мм.}$$

Принимаем вылет электродной проволоки 12 мм.

Расход защитного газа производится по формуле:

$$q_{\text{зг}} = 0,2 \cdot I_{\text{св}}^{0,75}. \quad (8)$$

$$q_{\text{зг}} = 0,2 \cdot 36,6 = 7,3 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$$

Принимаем расход защитного газа 8 л/м.

Таблица 9 – Расчетные параметры режимов полуавтоматической сварки.

Режимы сварки	
Диаметр электродной проволоки – $d_{\text{эп}}$ (мм)	1,2
Количество проходов – $n_{\text{п}}$	4
Сила сварочного тока – $I_{\text{св}}$ (А)	120
Напряжение на дуге – $U_{\text{д}}$ (В)	20
Скорость сварки – $V_{\text{св}}$ (м/ч)	25
Скорость подачи электродной проволоки – $V_{\text{эп}}$ (м/ч)	102
Вылет электродной проволоки – $l_{\text{в}}$ (мм)	12
Расход защитного газа – $q_{\text{зг}}$ (л/мин)	8

2.4.2 Расчет режимов ручной дуговой сварки

Помимо сварки в среде защитных газов в процессе сборки и сварки присутствует способ ручной дуговой сварки, диаметр электрода $d_3 = 3$ при известном диаметре электрода можно рассчитать сварочный ток по формуле, количество проходов примем $d_{\text{п}} = 4$.

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot J, \quad (9)$$

где π – математическая постоянная.

J – допустимая плотность тока в электроде.

Тогда:

$$I_{\text{св}} = \frac{3,14 \cdot 9}{4} \cdot 15 = 105,9 \text{ А.}$$

Принимаем сварочный ток 110 А

Далее необходимо рассчитать напряжение по формуле:

$$U_{\text{д}} = 20 + 0,04 \cdot I_{\text{св}}. \quad (10)$$

$$U_{\text{д}} = 20 + 0,04 \cdot 110 = 24,4 \text{ В.}$$

Напряжение примем 25 В

Таблица 10 – Режимы ручной дуговой сварки.

Режимы сварки	
Диаметр электрода – $d_{\text{э}}$ (мм)	3
Количество проходов – $n_{\text{п}}$	4
Сила сварочного тока – $I_{\text{св}}$ (А)	110
Напряжение на дуге – $U_{\text{д}}$ (В)	25

2.5 Порядок сборки и сварки

Подготовка к сборке и сварке начинается с разметки, резки, гибки и строжки листового металла. Для начала нужно разметить листовой металл согласно эскизу ФЮРА.02190.001 (приложение 1). Операция разметки производится путём переноса действительных размеров с чертежа на стальные листы. Также нужно учесть припуск при усадке после сварки, при толщине листа 10 мм нужно заложить припуск 1,0-1,1 мм.

Далее производится резка листов с помощью автоматизированного комплекса лазерной резки «YAWEI SMD HLE» (рисунок 3).



Рисунок 3 – Автоматизированный комплекс лазерной резки «Yawei SMD HLE»

Чтобы получить обечайку и торосферическое днище были выбраны листогибочные станки, для гибки обечаек «валцы четырехвалковые гидравлические TRIUMPH, серия TPR 4». А для гибки днищ «гидравлический пресс для производства днищ модели DEP300».



Рисунок 4 – Валцы четырехвалковые гидравлические TRIUMPH



Рисунок 5 – Гидравлический пресс для производства днищ модели DEP300

После проведения листогибочных операций необходимо сварить листы для получения готовой обечайки согласно эскизу ФЮРА.02190.006 (приложение 1), на основе режимов, рассчитанных выше.

После проведения заготовительных операций перед сборкой и сваркой обечаек полукорыта необходимо собрать, согласно эскизу ФЮРА.02190.008 (приложение 1) и сварить между собой обечайки и днища в соответствие с эскизом ФЮРА.02190.009 (приложение 1).

Для обеспечения наилучшего качества сварки бака для хранения серной кислоты из аустенитной стали 08X18H10T нужно соблюдать следующие требования:

- Перед сваркой днища с обечайкой во время сборки необходимо соблюдать смещение кромок между цилиндрическими частями не более чем на 1 мм;
- Сварку первого слоя шва необходимо производить изнутри бака, последующие слои будут выполнены снаружи;
- Обеспечить полное проплавление и сплавление кромок во время сварки;
- Возбуждать дугу только на поверхности кромок и сварочном валике;

- Не допускать перегрева металла, для этого необходимо выставлять максимальную скорость и минимальный сварочный ток, в пределах параметров, рассчитанных выше;

3 Обеспечение качества выпускаемой продукции

Контроль качества конструкции необходим для того, чтобы проверить действительно ли показатели готовой продукции соответствуют требуемым параметрам для дальнейшей эксплуатации продукта [3].

Приемочный контроль сварных соединений и сборочных единиц надо выполнять после окончания технологических операций, которые связанных с термической обработкой, наклепом и деформированием металла.

Перед приемочным контролем нужно сначала завершить все операции, которые могут включать в себя:

- деформацию металла;
- термическую обработку;
- наклёп.

Этапы организации контроля на участке сборки-сварки включают в себя три стадии:

На стадии проекта контролировать документацию:

- выбор конструкции и технологии ее сборки и сварки;
- выбор основного металла, выбор методов контроля.

Контроль конструктивных и технологических факторов:

- проверять подготовку производства;
- проверять условия, качества и точность заготовки изделий;
- производить проверку подготовки и хранения всех исходных

материалов;

- проверять режимы сварки, аппаратуры.

Контроль продукции.

В условиях разработки документации на сборку и сварку бака для хранения серной кислоты были назначены следующие методы:

- Визуально-измерительный контроль (ВИК)
- Гидравлический контроль
- Ультразвуковой контроль (УЗК)

Первым методом контроля следует произвести визуально-измерительный, если во время проведения данного контроля будут обнаружены дефекты, то их следует устранить в соответствии с НТД перед применением следующего метода. Также во время изготовления следует проводить визуальный контроль прихваток и сварочного шва после каждого слоя на наличие видимых недопустимых дефектов. К видимым дефектам можно отнести:

- непровары;
- подрезы;
- кратеры;
- нарушение геометрии шва;
- наружные трещины и поры.

Следующим следует произвести гидравлический контроль, так как он значительно проще и дешевле ультразвукового контроля. Перед проведением гидравлического контроля необходимо обеспечить герметичность сосуда, далее его наполняют жидкостью и обеспечивают давление в полтора-два раза выше рабочего. В случае наличия дефектов сварочные швы покроются влагой. При наличии таких дефектов необходимо их устранить в соответствии с НТД.

Только после устранения всех дефектов, которые были найдены при проведении выше перечисленных методов контроля. В равнение с ранее перечисленными методами данный метод является самым информативным. Он не только показывает наличие дефекта, но также даёт информацию о характере данного дефекта, такую как глубина и размер дефекта;

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Разработка НИ производится группой работников, состоящей из двух человек – руководителя и студента.

Предмет исследования: данная выпускная квалификационная работа заключается в разработке комплекта документов на сборку и сварку бака для хранения серной кислоты.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности НИ, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки НИ;
2. Осуществить планирование этапов выполнения исследования;
3. Рассчитать бюджет затрат на исследования;
4. Произвести оценку научно-технического уровня исследования и оценку рисков.

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Цель исследования в рамках проекта: Разработать технологию сборки и сварки бака для хранения серной кислоты.

Бак из стали марки 08X18H10T является стойким к коррозии, это позволяет ему работать в условиях агрессивной среды, а наличие титана в данной стали также повышает коррозионные свойства при повышении температуры.

Целью разработки технологии сборки и сварки бака из стали марки 08X18H10T является качество, долговечность, безопасность, экологичность.

Рассмотрим конкурентную среду. Критериями сегментирования для предприятия являются отрасль и размер предприятия.

Таблица 11 – Карта сегментирования рынка по изготовлению цистерн и резервуаров.

Предназначение технологии сборки и сварки герметичной емкости		Размер предприятия		
		Крупное	Среднее	Мелкое
Сфера использования	Пищевая			
	Машиностроительные заводы			
	Нефте- и газодобывающие предприятия, химическая промышленность			
	Транспортная			

Из таблицы 8 видно, возможными рынками сбыта являются крупные и средние объекты транспортной сферы, любые машиностроительные заводы, а также нефте- и газодобывающие предприятия, крупная пищевая промышленность. Однако и более мелкие организации могут быть заинтересованы в получении данной разработки, так как она является важным коммерчески выгодным промышленным объектом.

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Динамичное состояние рынков и высокая конкуренция побуждают к постоянному детальному анализу разработок и технологий производства обечаек из стали марки 08X18H10T. Его основная цель повысить конкурентоспособность технологии путем внесения коррективов в технологический процесс изготовления. Необходимо объективно оценить возможности конкурентов. Для этого необходима информация о следующем:

- характеристика проекта с точки зрения технологического процесса;
- преимущество перед конкурентными разработками;
- уровень завершенности научного исследования проекта;

- стоимость реализации проекта;
- степень продвижения на рынке;
- финансовые возможности конкурентов, прогнозы.

Анализ конкурентных технических решений для целей ресурсоэффективности дает возможность провести сравнительную оценку эффективности проектной технологии и определить направления для ее последующего улучшения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений представлена в таблице 4.1.

Для оценки конкурентных способов была выбрана шкала от 1 до 5, где:

- 1 – наиболее слабая позиция;
- 2 – слабая позиция;
- 3 – средняя позиция;
- 4 – сильная позиция;
- 5 – наиболее сильная позиция.

Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом с присадочной проволокой обозначена как Б_р, механизированная сварка в защитных газах - Б_м, автоматическая сварка под флюсом – Б_ф.

Таблица 4.1 – Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _м	Б _р	К _ф	К _м	К _р
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1) Точность и прочность сварного шва	0,1	4	4	5	0,5	0,5	0,3
2) Скорость сварки	0,1	4	3	1	0,4	0,3	0,3
3) Экономия энергоресурсов	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
4) Простота эксплуатации	0,05	3	4	2	0,15	0,2	0,1
5) Безопасность эксплуатации	0,1	5	4	4	0,5	0,5	0,4

Продолжение таблицы 4.1

6) Универсальность	0,1	2	4	3	0,4	0,4	0,3
7) Экологичность	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
8) Производительность	0,1	4	3	1	0,4	0,3	0,4
9) Надежность	0,05	4	5	3	0,2	0,25	0,15
Итого по техническим критериям		35	35	26	3,2	3,05	2,45
Экономические критерии оценки эффективности							
1) Конкурентоспособность	0,05	3	5	4	0,15	0,25	0,2
2) Цена	0,1	2	4	4	0,3	0,4	0,4
3) Длительность использования	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
4) Гарантийное обслуживание	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
Итого по экономическим критериям		14	18	16	0,9	1,1	1
Итого	1	49	53	42	4,1	4,15	3,45

Сварка под флюсом является достаточно надежной и производительной, но сложность сварочного оборудования позволяет использовать данный способ только при варке в нижнем положении, что увеличит затраты на сборочное оборудование и длительность заготовительных операций.

Наиболее конкурентно способным методом получился способ механизированной сварки в среде защитных газов, оборудование достаточно мобильно, что позволяет перемещать его по цеху, а также производить сварку в различных пространственных положениях, что в свою очередь позволяет экономить на закупке сборочного оборудования.

Преимуществом аргоновой сварки листа из стали марки 08X18H10T является – надежная изоляция от окружающей среды, повышение качества и отсутствие нарушений кристаллической решетки в соединенной поверхности, а также показательная тепловая мощность дугового разряда, что положительно сказывается на качестве и скорости сварки, но производительность данного способа значительно уступает механизированной сварке и сварке под флюсом.

На рынке изготовления баков и цистерн из стали марки 08X18H10T имеются следующие конкуренты:

– Компания «Сталь Партнер», которая изготавливает железнодорожные цистерны и автоцистерны, а также производство емкостей для пищевой промышленности;

– НПО «Спецнефтемаш» изготавливает цистерны и резервуары для хранения и транспортировки нефтяных и химических продуктов

Указанные предприятия – конкуренты имеют определенную долю рынка по производству баков и цистерн из стали марки 08X18H10T.

При этом предприятие уступает конкурентам, уже занявшим рыночную нишу и имеющим наработанную базу заказчиков.

Для продвижения продукции на рынок предприятию необходимо продумать рекламные и маркетинговые ходы.

4.3 SWOT-анализ

Произведем также в данном разделе SWOT – анализ НИ, позволяющий оценить факторы и явления, способствующие или препятствующие продвижению проекта на рынок.

Сильные стороны – это факторы, которые положительно сказываются на развитии проекта. Сюда обычно включают все, что превращает функционирование в успешную и конкурентную работу.

Слабые стороны – это недостаток, упущение или ограниченность научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей. Это то, что плохо получается в рамках проекта или где он располагает недостаточными возможностями или ресурсами по сравнению с конкурентами.

Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта: тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, которая поддерживает

спрос на результаты проекта и позволяет руководству проекта улучшить свою конкурентную позицию.

Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем. В качестве угрозы может выступать барьер, ограничение или что-либо еще, что может повлечь за собой проблемы, разрушения, вред или ущерб, наносимый проекту.

На первом этапе SWOT анализа в таблице 4.2 были описаны сильные и слабые стороны проекта, выявлены возможности и угрозы реализации НИ.

Таблица 4.2 – Матрица SWOT анализа

	<p>Сильные стороны разработки</p> <p>С1. Заявленная экономичность и перспективность технологии.</p> <p>С2. Экологичность технологии.</p> <p>С3. Новые разработки и совершенствование оборудования для сварки</p> <p>С4. Высокое качество продукции и безопасность эксплуатации</p>	<p>Слабые стороны разработки:</p> <p>Сл1. Отсутствие высококвалифицированных специалистов аргоновой сварки</p> <p>Сл2. Необходимость в приобретении оборудования и сварочных материалах.</p> <p>Сл3. Необходимость проведение УЗК сварного шва</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Наличие множества альтернативных технологий производства</p> <p>В3. Географическое расширение рынка сбыта нового продукта</p> <p>В4. Использование технологии в промышленных масштабах</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Конкуренция имеющихся технологий производства</p> <p>У3. Отсутствие финансовых возможностей для развития технологии</p>		

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень

необходимости проведения стратегических изменений. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Интерактивная матрица проекта представлена в табл. 4.3.

Таблица 4.3 - Интерактивная матрица проекта (возможности и сильные стороны проекта)

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

Коррелирующие сильные стороны и возможности следующего вида: B1C1C3C4; B2C1C2C3C4, B4C1C2C3C4. В данном случае три возможности сильно коррелируют с одними и теми же сильными сторонами, с большой вероятностью можно говорить об их единой природе.

Таблица 4.4 - Интерактивная матрица проекта

Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	0	-	-
	B2	+	+	-
	B3	-	-	-
	B4	+	+	0

Вывод по таблице 4.4: коррелирующие слабых сторон и возможностей проекта - В2Сл1СЛ2, В4Сл1СЛ2.

Таблица 4.5 - Интерактивная матрица проекта (угрозы и сильные стороны проекта)

Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4
	У1	–	–	0	+
	У2	+	+	+	+
	У3	0	–	+	+

Вывод по таблице 4.5: коррелирующие сильных сторон и угроз проекта, У2С1С2С3С4, У3С3С4.

Таблица 4.6 - Интерактивная матрица проекта (угрозы и слабые стороны проекта)

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	–	–	–
	У2	+	+	+
	У3	+	+	–

Вывод по таблице 4.6: коррелирующие слабых сторон и угроз проекта – У2Сл1СЛ2Сл3, У3Сл1Сл2

В рамках третьего этапа составим итоговую матрицу SWOT- анализа (таблица 4.7)

Таблица 4.7 - SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Заявленная экономичность и перспективность технологии.</p> <p>С2. Экологичность технологии.</p> <p>С3. Новые разработки и совершенствование оборудования для сварки</p> <p>С4. Высокое качество продукции и безопасность эксплуатации</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие высококвалифицированных специалистов аргоновой сварки</p> <p>Сл2. Необходимость в приобретении оборудования и сварочных материалах.</p> <p>Сл3. Необходимость проведение УЗК сварного шва</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Развитая конкуренция технологий производства</p> <p>В3. Географическое расширение рынка сбыта нового продукта В4. Использование разработки в промышленных масштабах</p>	<p>Технология сварки бака из стали марки 08Х18Н10Т способом механизированной сварки экологична, высококачественная и безопасна. Использование разработки в промышленных масштабах при наличии развитой конкуренции позволит удовлетворить потребности рынка</p>	<p>Несмотря на достоинства разработки и на наличие возможностей ее реализации, рынок предоставляет большое количество альтернативных разработок. Поэтому на первый план выходит ресурсоэффективность.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Конкуренция имеющихся технологий производства У3. Отсутствие финансовых возможностей для развития технологии</p>	<p>Качество сварки бака из стали марки 08Х18Н10Т способом механизированной сварки увеличит конкурентоспособность продукции</p>	<p>Большие первоначальные финансовые затраты на обеспечение технологии производственными ресурсами</p>

SWOT-анализ, проведенный выше определил слабые и сильные стороны проекта, а также возможные угрозы, из-за которых проект может не реализоваться. Анализ выявил, что основной угрозой является закупка дорогостоящего сварочного оборудования, а также оборудования для

проведения УЗК, выбор способа механизированной сварки для реализации проекта позволить значительно снизить затраты на оборудования для сварки. Таким образом можно сказать главной угрозой будет являться финансовые возможности производителя, несмотря на потенциальные возможности проектного решения необходимо произвести расчет финансовых возможностей, при необходимости привлечь спонсоров.

4.4 Планирование работ по техническому исследованию

4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Перечень этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Бакалавр
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр
	4	Календарное планирование работ	Руководитель Бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Составление комплекта документов на сборку и сварку	Руководитель Бакалавр
	6	Разработка методики	Бакалавр
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка эффективности полученных результатов	Бакалавр
Оформление отчета по НИР	8	Составление пояснительной записки	Бакалавр

4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{min i} + 2t_{max i}}{5}, \quad (4.2)$$

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

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ по нескольким исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (4.3)$$

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

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

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

4.4.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным представлением проведения научных работ является построение ленточного графика в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построение графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4.4)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})}, \quad (4.5)$$

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

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

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

Расчет коэффициента календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48.$$

Временные показатели проведения научного исследования приведены в таблице 4.9 (приложение А)

Составлен план научного исследования, в котором разработан календарный план выполнения работ. Для построения таблицы НИ был рассчитан коэффициент календарности. С помощью показателей в табл. 4.10 был разработан календарный план-график проведения НИ по теме. Для иллюстрации календарного плана была использована диаграмма Ганта, указывающая на целесообразность проведения данного исследования (приложение А).

4.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

1. Материальные затраты.
2. Основная и дополнительная ЗП.
3. Социальные отчисления.
4. Прямые затраты.
5. Накладные расходы.

4.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

При планировании бюджета научно-техническое исследование должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (4.6)$$

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

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 4.9 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб			Затраты на материалы, Z_m , руб		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бумага	Шт.	180	100	150	4	4	4	720	400	600
Лист стали 08Х18Н10 Т	Кг.	1	1	1	650	650	650	650	650	650
Ручка	Шт.	2	1	2	20	20	20	40	20	40
Карандаш	Шт.	1	1	1	10	10	10	10	10	10
Блокнот	Шт.	1	2	1	50	0	50	50	100	50
Используемые газы	Литр	-	15	25	-	40	40	-	600	1000
Сварочная проволока	Кг.	1	1	-	1200	1200	-	1200	1200	-
Присадочный материал	Кг.	-	-	1	-	-	1300	-	-	1300
Флюс	Кг.	1	-	-	1500	-	-	1500	-	-
Защитные маски	Шт.	-	1	1	-	500	900	-	500	900
Итого								4170	3480	4550

4.5.2 Основная заработная плата исполнителя темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных

производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы приводится в таблице 4.12.

Таблица 4.10 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.			Заработная плата, приходящаяся на один чел-дн.			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.		
			Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.	Выбор темы ВКР	Ст, НР	1	1	1	5,1			5,1	5,1	5,1
2.	Составление и утверждение плана работ	НР	1	1	2	3,1			3,1	3,1	6,2
3.	Подбор и изучение материалов по теме	Ст	2	2	3	2			4	4	6
4.	Выбор направления исследования	Ст, НР	2	2	2	5,1			10,2	10,2	10,2
5.	Календарное планирование работ	Ст, НР	2	3	3	5,1			10,2	15,3	15,3
6.	Подбор и изучение материалов по теме	Ст	12	13	16	2			24	26	32
7.	Составление комплекта документов на сборку и сварку	Ст, НР	11	14	15	5,1			56,1	71,4	76,5
8.	Разработка методики	Ст	7	7	9	2			14	14	18
9.	Оценка эффективности полученных результатов	Ст	4	5	5	2			8	10	10
10.	Написание раздела «Финансовый менеджмент»	Ст	5	5	5	2			10	10	10
11	Написание раздела «Социальная ответственность»	Ст	1	2	2	2			2	4	4
12	Оформление ВКР	Ст	5	6	7	2			10	12	14
Итого									156,7	185,1	207,3

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату и рассчитывается по формуле:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (4.7)$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12–20 % от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (4.8)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (4.9)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5–дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6–дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 4.11 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48 0	72 0
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	175

Месячный должностной оклад работника (руководителя):

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (4.10)$$

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

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30 процентов от $Z_{тс}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата $Z_{тс}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{с1} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_t и учитывается по единой для бюджетной организации тарифной сетке.

Тарифный коэффициент для НР = 1,866; для С = 1,407.

Расчет основной заработной платы представлен в таблице 4.14

Таблица 4.12 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель и	Разряд	k_t	$Z_{тс}$, руб.	k_p	k_d	k_r	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Научный руководитель	Старший преподаватель	1,866	30000	0,3	0,4	1,3	66300	3731,45	17	63434,77
Студент	Инженер	1,407	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1872	52	97344
Итого										160778,77

4.5.3 Расчет дополнительной заработной платы

Дополнительная заработная плата учитывает величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (4.11)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, принятый за 0,15.

4.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды

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 формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (4.12)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 4.15.

Таблица 4.13 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	63434,77	78360,6	85823,52	9515,22	11754,09	12873,53
Студент	97344	112320	127296	14601,6	16848	19094,4
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302					
Итого						
Исполнение 1	55838,46					
Исполнение 2	66223,37					
Исполнение 3	74016,41					

4.5.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по формуле

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

где $Z_{\text{м}}$ – материальные затраты;

$Z_{\text{осн}}$ – затраты по основной заработной плате;

$Z_{\text{доп}}$ – затраты по дополнительной заработной плате;

$Z_{\text{внеб}}$ – отчисления во внебюджетные фонды;

$k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

В накладные расходы вошли ранее рассчитанные значения, их значения представлены в таблице 4.16.

Таблица 4.14 – состав накладных расходов

Наименование	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ ($Z_{\text{м}}$)	4170	3480	4550
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы ($Z_{\text{осн}}$)	156700	185100	207300
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы ($Z_{\text{доп}}$)	24116,81	28602,09	31967,93
4. Отчисления во внебюджетные фонды ($Z_{\text{внеб}}$)	55838,46	66223,37	74016,41

Затраты по основной и дополнительной заработной плате складываются из зарплаты студента и научного руководителя.

Накладные расходы для исполнения 1 составили:

$$Z_{\text{накл}} = (4170 + (63434,77 + 97344) + (9515,215 + 14601,6) + 55838,46) \times 0,16 = 39184 \text{ руб.}$$

Накладные расходы для исполнения 2 составили:

$$Z_{\text{накл}} = (3480 + (78360,6 + 112320) + (11754,09 + 16848) + 66223,37) \times 0,16 = 46237 \text{ руб.}$$

Накладные расходы для исполнения 3 составили:

$$Z_{\text{накл}} = (4550 + (85823,52 + 127296) + (12873,53 + 19094,4) + 74016,41) \times 0,16 = 51784 \text{ руб.}$$

4.5.7 Формирование бюджета исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно–исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно–исследовательский проект приведено в таблице 4.17.

Таблица 4.15 –Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НИИ	4170	3480	4550	Пункт 4.5.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	156700	185100	207300	Пункт 4.5.3
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	24116,81	28602,09	31967,93	Пункт 4.5.4
4. Отчисления во внебюджетные фонды	55838,46	66223,37	74016,41	Пункт 4.5.5
5. Накладные расходы	39184	46237	51784	16 % от суммы ст. 1-4
6. Бюджет затрат НИИ	280009	329642	369618	Сумма ст. 1- 5

4.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования определяется как:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.14)$$

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

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп1}} = \frac{280009}{369618} = 0,758;$$

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп2}} = \frac{329642}{369618} = 0,892;$$

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп3}} = \frac{369618}{369618} = 1.$$

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

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \times b_i \quad (4.15)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта;
 a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;
 b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;
 n – число параметров сравнения.

Таблица 4.16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда	0,3	4	4	2
2. Удобство в эксплуатации	0,1	4	5	3
3. Безопасность	0,15	3	4	3
4. Энергосбережение	0,15	2	5	3
5. Качество сварных швов	0,3	4	4	5
Итого	1	4,7	3,65	3,45

$$I_{p-\text{исп1}} = 0,3 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 2 + 0,3 \cdot 4 = 3,55;$$

$$I_{p-\text{исп2}} = 0,3 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,3 \cdot 4 = 4,25;$$

$$I_{p-\text{исп3}} = 0,3 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 2 + 0,3 \cdot 4 = 3,55.$$

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

$$I_{исп1} = \frac{I_{р-исп1}}{I_{фин.р}} = \frac{3,55}{0,758} = 4,68$$

$$I_{исп2} = \frac{I_{р-исп2}}{I_{фин.р}} = \frac{4,25}{0,892} = 4,76;$$

$$I_{исп3} = \frac{I_{р-исп3}}{I_{фин.р}} = \frac{3,55}{1} = 3,55.$$

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

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

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}}. \quad (4.16)$$

Таблица 4.17 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,758	0,892	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,55	4,25	3,55
3	Интегральный показатель эффективности	4,68	4,76	3,55
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,98	1	0,746

4.7 Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом с присадочной проволокой обозначена как исполнение 3, механизированная сварка в защитных газах как исполнение 2, автоматическая сварка под флюсом как исполнение 1.

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

Социальная ответственность

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Объектом исследования является технология сборки и сварки бака для хранения серной кислоты, данная конструкция относится к химической промышленности. Общий размер цеха составляет 200 м². Рабочее место на сварочном участке, занимает площадь 30 м². Следует отметить, что площадь одного рабочего места сварщика должна быть не меньше 4,5 м².

В ходе изготовления бака для хранения серной кислоты будут протекать следующие процессы:

- Разметка листов
- Раскрой листов на обечайку и днище
- Гибка листов для дальнейшего изготовления обечайки и днищ
- Сварка заготовок

5.1 Правовые и организационные вопросы безопасности

5.1.1 Специальные правовые нормы законодательства

Согласно статье 197 Трудового кодекса Российской Федерации «Право работника на труд в условиях, отвечающих требованиям охраны труда», каждый работник 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;
- Получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об

условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;

- 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 счёт средств работодателя;

- Обучение безопасным методам и приёмам труда за счёт средств работодателя;

- Личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;

- Внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

- Гарантии и компенсации, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

5.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны для проведения работ

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

- Не допускается проведение сварки при неработающей местной вытяжной вентиляции;
- Размещение постов аргодуговой сварки должно исключать возможность утечки и проникновения защитного газа в смежные расположенные ниже помещения;
- Рабочие места электросварщиков должны ограждаться переносными или стационарными светонепроницаемыми ограждениями (щитами, ширмами или экранами) из несгораемого материала, высота которых должна обеспечивать надёжность защиты;
- Ширина проходов с каждой стороны рабочего стола и стеллажа должна быть не менее 1 м;
- Полы производственных помещений для выполнения сварки должны быть несгораемые, обладать малой теплопроводностью, иметь ровную нескользкую поверхность, удобную для очистки, а также удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям в соответствии с действующими строительными нормами и правилами;
- Ширина проходов между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также стационарными многопостовыми источниками питания, должна быть не менее 1,5 м и тд.

5.3 Производственная безопасность

Для всех методов дуговой сварки плавлением в той или иной степени существует возможность опасных и вредных воздействий на сварщика в связи с факторами, отображёнными в ГОСТ 12.0.003 – 2015 ССБТ. На основании данного ГОСТа были выявлены опасные и вредные производственные факторы, каждый из которых требуется проанализировать, а также разработать мероприятия по снижению их влияния на организм человека или полного их исключения из процесса производственной деятельности приведены в таблице 5.1 (приложение А).

5.4 Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним;

Важное значение имеет внедрение комплексной механизации и автоматизации, что значительно уменьшает опасность травм механического характера.

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

Меры безопасности в этом случае: все указанные средства и инструменты следует периодически проверять; от рабочих необходимо требовать соблюдения всех правил по технике безопасности, включая работу в спецодежде, рукавицах; (где это необходимо) и т.д. Вывешивать в местах, где рабочие наиболее подвержены данному фактору, таблички\плакаты, напоминающие рабочим о применении средств индивидуальной защиты.

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

Образующиеся при дуговой сварке брызги расплавленного металла имеют температуру до 1800 °С, при которой одежда из любой ткани разрушается. Для защиты от таких брызг обычно используют спецодежду (брюки, куртку и рукавицы) из брезентовой или специальной ткани. Куртки при работе не следует вправлять в брюки, а обувь должна иметь гладкий верх, чтобы брызги расплавленного металла не попадали внутрь одежды, так как в этом случае возможны тяжелые ожоги.

Различают, организуют и своевременно (по мере необходимости в зависимости от конкретных обстоятельств) проводят:

- вводный инструктаж;
- первичный и повторный инструктажи на рабочем месте;
- внеплановый инструктаж;
- целевой инструктаж.

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

Таблица 5.1 – Рекомендуемый режим работ на открытой территории.

Температура воздуха, С	Скорость ветра, м/с											
	до 1		1-2		2-4		4-6		6-8		8-10	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
-10	127	1	114	1	95	2	80	2	68	3	58	3
-15	88	2	82	2	69	3	60	3	52	3	45	4
-20	67	3	62	3	55	3	49	4	42	4	37	4
-25	55	3	51	3	46	4	41	4	36	5	32	5
-30	46	4	43	4	39	4	35	5	31	5	28	6
-35	39	4	38	4	34	5	30	5	27	6	24	7
-40	35	5	33	5	30	5	27	6	24	7	22	7
-45	31	5	29	6	27	6	24	7	22	7	20	8

5.6 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов;

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

Наиболее типичные травмы, в результате воздействия на человека данного фактора является поражение электрическим током.

Учитывая непостоянную величину электрического сопротивления человеческого тела (так, при сухой коже, например, сопротивление составляет 8000-20000 Ом, а при влажных руках, повреждениях кожи сопротивление снижается до 400-1000 Ом), безопасным считают напряжение не выше 12 В. Если сварщик работает в тесном помещении, может иметь большую площадь контакта с металлической поверхностью, с целью уменьшения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдение следующих мероприятий:

Надежная изоляция всех проводов, связанных с питанием источника тока и сварочной дуги, устройство геометрически закрытых включающих устройств, заземление корпусов сварочных аппаратов. Заземлению подлежат: корпуса источников питания, аппаратного ящика, вспомогательное электрическое оборудование. Сечение заземляющих проводов должно быть не менее 25 мм². Подключением, отключением и ремонтом сварочного оборудования занимается только дежурный электромонтер. Сварщикам запрещается производить эти работы.

- Надежное устройство электрододержателя с хорошей изоляцией, которая гарантирует, что не будет случайного контакта токоведущих частей электрододержателя со свариваемым изделием или руками сварщика (ГОСТ 14651-78). Электрододержатель должен иметь высокую механическую

прочность и выдерживать не менее 8000 зажимов электродов;

Работа в исправной сухой спецодежде и рукавицах. При работе в тесных отсеках и замкнутых пространствах обязательно использование резиновых галош и ковриков, источников освещения с напряжением не выше 6-12 В;

Наряду с соблюдением указанных требований, с целью предотвращения поражения электрическим током, необходимо проводить инструктаж о том, что на рабочем месте запрещается притрагиваться к клеммам и зажимным болтам цепи высокого напряжения.

5.7 Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от полуавтоматической сварки;

Излучения сварочной дуги оказывают вредное воздействие на электросварщика и окружающих людей. Горение дуги сопровождается ярким световым и невидимым ультрафиолетовым и инфракрасным излучениями. Видимые световые лучи действуют на глаза, поражая сосудистую и сетчатую оболочку глаза, при длительном воздействии ослабляют зрение.

Невидимые ультрафиолетовые лучи оказывают вредное влияние на глаза, поражая сетчатку и роговую оболочку их, и кожу человека. Длительное воздействие этих лучей вызывает слезотечение, боли и рези в глазах, светобоязнь, открытые участки кожи получают ожоги, аналогичные солнечным.

Невидимые инфракрасные (тепловые) лучи при длительном воздействии вызывают ожоги кожи и заболевание глаз человека. Даже кратковременное (10–20 с) на расстоянии до 1 м действие сварочной дуги на незащищенные глаза является опасным для зрения. Длительное воздействие дуги в течение нескольких часов может привести к более тяжелым последствиям (электроофтальмия, катаракта).

Опасное действие лучей сварочной дуги на незащищенные глаза и кожу человека проявляется на расстоянии до 10 м. Опасность может представлять

даже отражение дуги от стен и поверхностей, освещение лица человека в профиль.

Воздействие излучения дуги вредно не только для сварщиков, но и для подручных рабочих-сборщиков. Для предотвращения опасного поражения глаз обязательно применение защитных стекол – наиболее темных для сварщиков и более светлых для вспомогательных рабочих, что должно обеспечить значительное поглощение вредных излучений, связанных с горением дуги. Особую опасность в смысле поражения глаз представляет световой луч квантовых генераторов (лазеров), так как даже отраженные лучи лазера могут вызвать тяжелое повреждение глаз и кожи. Поэтому лазеры имеют автоматические устройства, предотвращающие такие поражения, но при условии строгого соблюдения производственной инструкции операторами – сварщиками, работающими на этих установках.

Защитные стекла, вставленные в щитки и маски, снаружи закрывают простым стеклом для предохранения их от брызг расплавленного металла. Щитки изготавливают из изоляционного металла – фибры, фанеры и по форме и размерам они должны полностью защищать лицо и голову сварщика (ГОСТ 12.4.254-2013).

Для ослабления резкого контраста между яркостью дуги и малой яркостью темных стен (кабины) последние должны быть окрашены в светлые тона (серый, голубой, желтый) с добавлением в окраску окиси цинка с целью уменьшения отражения ультрафиолетовых лучей дуги, падающей на стены.

При работе вне кабины для защиты зрения окружающих, работающих сварщиков и вспомогательных рабочих должны применяться переносные щиты и ширмы.

5.8 Работы, связанные с транспортировкой СДЯВ

В местах постоянного действия вредных или опасных производственных факторов, работы, выполняются согласно наряду-допуску на производство работ с повышенной опасностью.

Средства коллективной защиты от СДЯВ:

- сигнальная разметка, предназначенная для размещения в производственных условиях, содержащих агрессивные химические среды;
- оградительные устройства;
- устройства автоматического контроля и сигнализации;
- герметизирующие устройства;
- устройства для вентиляции и очистки воздуха;
- устройства для удаления токсичных веществ;
- устройства дистанционного управления; знаки безопасности.

В зависимости от условий производства СИЗ бывают:

- в виде комбинезонов, костюмов, халатов, полукombineзонов, фартуков, нарукавников отдельными предметами и в комплекте, в том числе с головным убором;
 - с втачным воротником или притачным капюшоном, с регулируемой длиной по лицевому срезу (плечевые изделия);
 - с защитными накладками различных видов, размеров, количеств или без них;
 - с усилительными накладками или вентиляционными элементами различных видов.

Предельно допустимая концентрация паров серной кислоты в воздухе рабочей зоны производственных помещений - 1 мг/м³ по ГОСТ 12.1.005. Контроль вредных веществ в воздухе рабочей зоны производства серной кислоты осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88.

Предельно допустимая концентрация паров серной кислоты в атмосферном воздухе не должна превышать 0,3 мг/м³ (максимально разовая) и 0,1 мг/м³ (среднесуточная), что соответствует 2-му классу опасности.

5.9 Вредные факторы

5.9.1 Повышенный уровень вибрации

Основным источником вибраций является электросварочное оборудование. Длительное воздействие вибрации на организм человека приводит к утомлению, неврологическому поражению и сосудистым нарушениям.

Уменьшить влияние вибрации можно несколькими способами:

- воздействием на источник возбуждения (посредством снижения или ликвидации вынуждающих сил);
- отстройкой от режима резонанса путем рационального выбора массы или жесткости колеблющейся системы;
- динамическим гашением колебаний – присоединением к защищаемому объекту системы, реакции которой уменьшают размах вибрации объекта в точках присоединения системы;
- изменением конструктивных элементов машин и строительных конструкций.
- рациональная организация режима труда и отдыха;
- создание комплексных бригад с взаимозаменяемостью профессий.

5.9.2 Повышенный уровень шума

Допустимая норма уровня шума регламентируется согласно СП 51.13330.2011 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [17]. Максимальный уровень шума, который колеблется во времени и прерывается, не должен превышать 80 дБА СП

51.13330. Максимальный уровень для импульсного шума не должен превышать 125 дБА. Максимальный уровень шума на рабочем месте сварщика не должен превышать 80 дБА.

На рабочих местах промышленных предприятий защита от шума должна обеспечиваться строительными–акустическими методами:

- применением ограждающих конструкций зданий с требуемой звукоизоляцией;
- применением звукопоглощающих конструкций (звукопоглощающих облицовок, кулис, штучных поглотителей);
- применением акустических экранов;
- применением глушителей шума в системах вентиляции, кондиционирования воздуха и в аэрогазодинамических установках;
- виброизоляцией технологического оборудования.

Применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.274-2014 (СТ СЭВ 5803–86) «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования и методы испытаний» [18]. Для защиты от шума также широко применяются различные средства индивидуальной защиты: наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему; шлемы и каски; костюмы (ГОСТ 12.1.029– 80. ССБТ «Средства и методы защиты от шума») [19].

5.9.3 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

Места, где производятся сварочные работы, должны быть достаточно хорошо освещены дневным или искусственным светом. Хорошее освещение рабочих мест снижает утомляемость глаз, работающих и является одним из условий повышения производительности труда. Освещенность рабочих мест должна быть не менее 50–100 люксов. Согласно СП 52.13330.2016.

Чтобы уменьшить поглощение света стенками кабин, их окрашивают в светлые матовые тона. Рекомендуется применять цинковые белила, желтый крон, титановые белила. Перечисленные красители хорошо поглощают ультрафиолетовые лучи.

5.9.4 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника

Недостаточная влажность, может негативно отражаться на организме, становясь причиной пересыхания и растрескивания кожи и слизистой, а также последующего заражения болезнетворными микроорганизмами. Повышенный показатель относительной влажности вызывает перегрев организма. Длительное воздействие высокой температуры при повышенной влажности может привести к гипертермии, или накоплению теплоты и перегреву организма, а пониженные показатели температуры, особенно при повышенной влажности воздуха, могут быть причиной гипотермии, или переохлаждения.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 5.3, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°С и выходить за пределы величин, приведенных ниже.

Таблица 5.2 – Оптимальные и допустимые значения для категории работ Пб:

Процессы	Влажность, %	Температура, °С	Скорость, м/с
Оптимальные:			
Холодный	60-40	17-19	не более 0,2
Теплый	60-40	19-21	не более 0,2

Продолжение таблицы 5.2

Допустимые			
Холодный	15-75	15-22	не более 0,5
Теплый	15-75	16-27	не более 0,5

Средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест:

- устройства для поддержания нормируемой величины барометрического давления;
- вентиляции и очистки воздуха;
- кондиционирования воздуха; локализации вредных факторов;
- отопления;
- автоматического контроля и сигнализации;
- дезодорации воздуха.

5.9.5 Вредные вещества, выделяющиеся при сварке

Высокая температура дуги (6000 – 7000 °С) неизбежно приводит к тому, что часть сварочной проволоки, покрытий, флюсов переходит в парообразное состояние. Эти пары, попадая в атмосферу цеха, конденсируются и превращаются в аэрозоль конденсации, частицы которой по дисперсности приближаются к дымам и легко попадают в дыхательную систему сварщиков. Эти аэрозоли представляют главную профессиональную опасность труда сварщиков. Количество пыли в зоне дыхания сварщика зависит главным образом от способа сварки и свариваемых материалов, но в известной степени определяется и типом конструкций. Химический состав электросварочной пыли зависит от способов сварки и видов основных и сварочных материалов.

На ряду с пылью при дуговой сварке также образуются и выделяются газообразные продукты – окислы азота, окись углерода; при сварке электродом с покрытием «Б» и под флюсами – фтористые соединения.

В зоне дыхания сварщиков концентрация этих газов может достигать (мг/л): N_2O_5 0,009 – 0,018; SiF_4 , HF до 0,004 каждого, CO до 0,46. При сварке цветных металлов и их сплавов в зоне дыхания сварщика могут наблюдаться такие вредные газообразные соединения, как ZnO, SnO_2 , MnO_2 , SiO_2 и тд.

Наиболее опасны для здоровья сварщиков аэрозоли марганца, так как отравление марганцем может вызвать длительное и стойкое поражение центральной нервной системы вплоть до параличей. Острые отравление парами цинка и свинца могут вызвать литейную лихорадку, а отравление хромовым ангидридом – бронхиальную астму. Длительное отложение пыли в легких может вызвать пневмокониоз.

Все указанные поражения могут возникнуть, если сварку выполняют с грубым нарушением правил техники безопасности и охраны труда, касающихся обеспечения общей и местной вентиляции, применении индивидуальных средств защиты (масок, респираторов), особенно при сварке цветных металлов и их сплавов, а также при сварке в тесных, замкнутых отсеках при недостаточной вентиляции и т.п.

Существуют строгие требования в области вентиляции при сварочных работах. Для улавливания сварочного аэрозоля на стационарных постах, а где это возможно, и на не стационарных нужно устанавливать местные отсосы в виде вытяжного шкафа, вертикальной или наклонной панели равномерного всасывания, стола с подрешеточным отсосом и др. При сварке крупногабаритных серийных конструкций на кондукторах, манипуляторах и т.п. местные отсосы необходимо встраивать непосредственно в эти приспособления. При автоматической сварке под флюсом, в защитных газах, электрошлаковой сварке применяют устройства с местным отсосом газов.

Если в цехе расход сварочных материалов превышает 0,2 г/ч на 1 м³ объема здания, должна быть устроена механическая, общеобменная вентиляция.

При работе на нестационарных сварочных постах в замкнутых и полузамкнутых пространствах (отсеках) следует применять местные отсасывающие устройства типа эжекторов, высоковакуумных установок с

обеспечением объема удаляемого воздуха от одного сварочного поста 400 – 500 м³/ч, но не менее 100 – 150 м³/ч, что обеспечивает допустимый уровень загрязненности воздуха. Максимальная разовая предельно-допустимая концентрация (ПДК) аргона в воздухе рабочего места сварщика составляет 27000 мг/м³

5.9.6 Экологическая безопасность

Основные источники загрязнения окружающей среды в сварочном производстве:

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

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

Требуется санитарно-защитная зона (СЗЗ) в размере 500 м, так как производство и хранение кислот относится ко второму классу промышленных и производственных объектов

Для утилизации твердых отходов на производстве используют несколько контейнеров, для разделения металлических отходов и бытового мусора. Металлические отходы выбрасываются в отдельный контейнер, который после заполнения отправляется на рассортировку по виду металла и переработку в соответствующие службы, а бытовой мусор складывается в специальный контейнер, который в последствии вывозят специализированные службы на городскую свалку. Нормативы накопления твердых коммунальных отходов на территории г. Томск, утверждённые приказом Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области от 20.07.2018 №129 для

научно – исследовательских, проектных институтов и конструкторских бюро предусмотрено: на 1 м² площади 3.4642 кг 0.0819м³ отходов в месяц, 41.57 кг 0.9831 м³ в год. Таким образом, обеспечивается защита литосферы от твердых отходов.

Газообразные отходы перед выбросом подвергаются обязательной очистке в фильтровентиляционных системах, которые защищают атмосферу от загрязнений. В связи с этим, каждый сварочный пост должен быть оборудован вытяжкой с фильтрами для улавливания выделяющихся в процессе сварки аэрозолей и пыли. Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30% вредных веществ.

Жидкие отходы сбрасываются в городскую канализацию и поступают в системы централизованной очистки на городских очистных сооружениях, тем самым обеспечивается защита гидросферы от возможных загрязнений. Макулатура сдаётся специальными службами в пункты приёма макулатуры.

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

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

Просто выбрасывать такие источники света в мусорный контейнер нельзя, поскольку ртуть проникает сначала в грунт, затем в воду, впоследствии это вещество может отравить растения и попасть в организм человека. В этой связи, зная требования по обращению с ртутьсодержащими отходами, можно

снизить количество опасных веществ, проникающих в почву, а также обеспечить экологическую безопасность.

5.9.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Во время сварочных работ в лаборатории основной возможной чрезвычайной ситуацией является вероятность возникновения пожара и взрыва. Вероятность возникновения пожара обусловлена скоплением пыли вокруг сварочного поста, сварочного автомата и в материнской плате источника питания сварочного автомата. Вероятность взрыва обусловлена тем, что при сварке используется аргон, находящийся под большим давлением в баллоне, который при чрезмерном нагреве и соответственно увеличении давления может взорваться.

Чтобы избежать данные ЧС нужно соблюдать требования пожарной безопасности.

С целью предотвращения возможности возникновения пожаров и взрывов требуется:

Уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети;

Следить за уровнем давления аргона в баллоне;

- Проверять нормированный уровень аргона в помещении, проветривать помещение;
- Следить за чистотой на рабочем месте, вытирать скопившуюся пыль;
- Следить за чистотой источника питания и его материнской платы, снимать крышку и пылесосить скопившуюся пыль;

Все сотрудники должны быть ознакомлены с планом пожарной эвакуации и знать где находятся средства первичного тушения очага возгорания (огнетушители).

При возникновении аварии или аварийной ситуации работники должны:

- прекратить работу, отключить электрогазосварочное оборудование и обесточить помещение;
- выключить приточно-вытяжную вентиляцию и закрыть окна;
- немедленно сообщить о пожаре руководителю работ и в пожарную службу по номеру телефона «01» - для рабочего телефона и «101» - для сотового телефона, указав точный адрес и место возникновения пожара;
- оповестить окружающих и при необходимости вывести людей из опасной зоны
- приступить к ликвидации пожара, используя первичные средства пожаротушения.

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

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

Сварочные посты в лаборатории ТПУ относятся к категории «Г» - умеренная пожароопасность. На данном участке должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители располагаются на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Вывод по разделу социальная ответственность

Значение всех производственных факторов на изучаемом рабочем месте соответствует нормам, которые также были продемонстрированы в данном разделе.

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

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен обладать II группой допуска по электробезопасности. Присвоение II группы по электробезопасности производится путём обучения в учебном центре по программе не менее 72 часов. Подготовка может проводиться на предприятии силами своих специалистов и должна быть не менее 20 часов. Определяя продолжительность подготовки, нужно учитывать теоретическое и практическое обучение, в том числе стажировку на рабочем месте. В присутствии сотрудника II группы могут работать сотрудники I группы.

Категория тяжести труда в цеху по СанПиН 1.2.3685-21 относится к категории Пб (работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением) [21].

Помещение лаборатории категории помещения группы Г, возможный класс пожара Е. Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении: горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, вещества, материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.

Промышленный объект и производство второго класса, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду. Требуется санитарно-защитная зона в размере 500 м.

Заключение

В ходе выполнения ВКР был проведён анализ литературы, произведены расчеты сварочных режимов на сборку и сварку бака для хранения серной кислоты механизированным способом и способом ручной дуговой сварки.

В качестве основного материала назначена сталь 08X18H10T.

Назначено оборудование для механизированной сварки в среде защитных газов, ручной дуговой сварки, а также оборудование необходимое для осуществления всех заготовительных операций перед сваркой.

Назначены сварочные материалы для полуавтоматической сварки в среде защитных газов и ручной дуговой сварки.

Была разработана технология на сборку и сварку бака для хранения серной кислоты, обеспечивающая необходимые эксплуатационные свойства.

Список использованных источников

1. Акулов А. И. Технология и оборудование сварки плавлением / А. И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич В.П. – М.: Машиностроение, 1977. С. 83-300.
2. ГОСТ 5632-2014. Нержавеющие стали и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки. – М.: Стандартинформ, 2015.
3. ГОСТ 5949-2018.Metalлопродукция из сталей нержавеющей и сплавов на железоникелевой основе коррозионностойких, жаростойких и жаропрочных. Технические условия. – М.: Стандартинформ. 2019.
4. Масаков, В.В. Сварка нержавеющей сталей : учеб. пособие / В.В. Масаков, Н.И. Масакова, А.В. Мельзитдинова. – Тольятти : ТГУ, 2011. С. 66-89.
5. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия. – М.: Стандартинформ. 2008.
6. ГОСТ 10157 -2016. Аргон газообразный и жидкий. Технические условия. – М.: Стандартинформ. 2019.
7. ГОСТ 14771–76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – М.: Стандартинформ. 2007.
8. Трущенко Е.А. Технологические основы сварки давлением и плавлением. Сварка плавлением: учебно-методическое пособие / Е.А. Трущенко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 80 с.
9. Волков В.В. Нормирование сварочных материалов для дуговой сварки: справочное пособие / В.В. Волков. – Томск: Изд-во Томского промышленно - гуманитарного колледжа, 2017. – 43 с.
10. Трущенко Е.А. Технологические основы сварки давлением и плавлением. Сварка плавлением: учебно-методическое пособие / Е.А. Трущенко. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 80 с.

11. ГОСТ 16037-80. Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – М.: Стандартинформ. 2005.
12. ГОСТ 19903-2015. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. – М.: Стандартинформ. 2016.
13. РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
14. ГОСТ Р ИСО 17637-2014. Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением. – М.: Стандартинформ. 2020.
15. ГОСТ Р 55724-2013. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые. – М.: Стандартинформ. 2019.
16. 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. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
17. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Стандартинформ. 2019.
18. ГОСТ 12.0.002- 2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения. – М.: Стандартинформ. 2020.
19. ГОСТ Р 51337-99 Безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных величин горячих поверхностей. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000.
20. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
21. ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.

22. ГОСТ 26522-85 Короткие замыкания в электроустановках. Термины и определения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005
23. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.: Сб. ГОСТов. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.
24. ФД 24.200.11-90 Сосуды и аппараты, работающие под давлением. Правила и нормы безопасности при проведении гидравлических испытаний на прочность и герметичность.
25. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования. – М.: Стандартиформ, 2010.
26. ГОСТ 12.1.003 – 2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). ШУМ. Общие требования безопасности. – М.: Стандартиформ, 2019
27. СанПиН 1.2.3685 – 21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания– М.: АО «Кодекс», 2021.
28. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – М.: Стандартиформ, 2017 год
29. Р 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
30. ГОСТ 32423-2013. Классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на организм. – М.: Стандартиформ, 2019 год
31. ГОСТ Р 56164-2014. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов при сварочных работах на основе удельных показателей. – М.: Стандартиформ, 2015

Приложение А
(обязательное)
Комплект таблиц

Таблица А.4.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	T_{min} , чел–дни			T_{max} , чел–дни			$T_{ож}$, чел– дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3							
Выбор темы ВКР	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	Студент, научный руководитель	1	1	1	1	1	1
Составление и утверждение плана работ	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	Научный руководитель	1	1	2	1	1	2
Подбор и изучение материалов по теме	2	2	3	4	4	5	2,8	2,8	3,8	Студент	2	2	3	2	2	4
Выбор направления исследования	1	1	1	3	2	2	1,8	1,4	1,4	Студент, научный руководитель	2	2	2	2	2	2
Календарное планирование работ	1	1	1	3	4	4	1,8	2,2	2,2	Студент, научный руководитель	2	3	3	2	3	3

Продолжение таблицы А.4.9

Подбор и изучение материалов по теме	9	10	13	12	16	17	10,2	12,4	14,6	Студент	12	13	16	16	17	22
Создание процесса измерения толщины термоизоляционного материала	10	12	14	12	15	17	10,8	13,2	15,8	Студент, научный руководитель	11	14	15	13	18	19
Разработка методики	5	6	7	8	9	10	6,2	7,2	8,2	Студент	7	7	9	9	9	11
Оценка эффективности полученных результатов	4	4	5	6	6	8	4,8	4,8	6,2	Студент	4	5	5	4	7	7
Написание раздела «Финансовый менеджмент»	4	4	4	6	6	6	4,8	4,8	4,8	Студент	5	5	5	5	5	5
Написание раздела «Социальная ответственность»	1	2	2	3	4	4	1,8	2,8	2,8	Студент	1	2	2	1	2	2
Оформление ВКР	5	4	6	7	7	8	5,8	5,2	6,2	Студент	5	6	7	5	8	9

Таблица А.4.10 Календарный план-график проведения научного

исследования

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т _{ки} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февраль		март			апрель			май					
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Выбор темы ВКР	Ст, НР	1	■													
2	Составление и утверждение плана работ	НР	1	■													
3	Подбор и изучение материалов по теме	Ст	2		■												
4	Выбор направления исследования	Ст, НР	2		■												
5	Календарное планирование работ	Ст, НР	2		■	■											
6	Подбор и изучение материалов по теме	Ст	16		■	■	■	■	■								
7	Создание процесса измерения термоизоляционных материалов	Ст, НР	13					■	■								
8	Разработка методики	Ст	9							■	■						
9	Оценка эффективности полученных результатов	Ст	4									■					
10	Написание раздела «Финансовый менеджмент»	Ст	5										■	■			
11	Написание раздела «Социальная ответственность»	Ст	1												■		
12	Оформление ВКР	Ст	5													■	

■ – научный руководитель; ■ – студент.

Таблица А.5.1 – Возможные опасные и вредные факторы на рабочем месте.

№ п/п	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1	Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним;	ГОСТ Р 56906-2016 Национальный стандарт Российской Федерации. Бережливое производство. Организация рабочего пространства
2	Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека;	ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
3	Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов;	ГОСТ 12.1.019-2017 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
4	Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от полуавтоматической сварки;	ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

Продолжение таблицы А.5.1

5	Работы, связанные с транспортировкой и уничтожением СДЯВ	ГОСТ 32423-2013 классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на организм. ГОСТ 32425-2013 классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на окружающую среду.
6	Повышенный уровень вибрации;	ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001) Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования ГОСТ 31192.2-2005 (ИСО 5349-2:2001) Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 2. Требования к проведению измерений на рабочих местах
7	Повышенный уровень шума;	ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда ШУМ
8	Отсутствие или недостаток необходимого или искусственного освещения;	СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение.
9	Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника;	СанПиН 1.2.3685-21 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы.
10	Вредные вещества, выделяющиеся при сварке	ГОСТ 32423-2013 классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на организм ГОСТ Р 56164-2014 выбросы загрязняющих веществ в атмосферу

Приложение Б

(обязательное)

Комплект технологической документации для изготовления бака

														ГОСТ 3.1118-82 форма 2					
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
														ФЮРА.02190.023		1	1		
Разраб.	Карташов М.О.				НИ ТПУ ИШНКБ Группа 1В81								ФЮРА 10190.001						
Н.контр.	Перицина А.А.				Технология сборки и сварки бака для хранения серной кислоты										у				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции				Обозначение документа										
Б					Код,наименование,оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
КМ					Наименование детали,сб.единицы или материала				Обозначение,код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.		
A01	1	1	1	005	Разметка				ИОТ №1										
B02	Разметочная плита				3	Слесарь				5	1	1							
К/М03	Листы из стали 08X18H10T, 12000x2500x10 и 4000x2500x10 мм ГОСТ 19903-2015																		
O04	Произвести разметку согласно эскизу ФЮРА 20190.001																		
T05	Линейка, чертилка, мел																		
06																			
A07	1	1	1	010	Резка				ИОТ №1, ГОСТ 14792-80										
B08	Автоматизированный комплекс лазерной резки Yawei SMD HLI				3	Слесарь				5	1	1							
К/М9	Листы из стали 08X18H10T, 12000x2500x10 и 4000x2500x10 мм ГОСТ 19903-2015																		
O10	1. Произвести резку, выдерживая размеры, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.002																		
T11	Линейка, чертилка, мел																		
12																			
МК Маршрутная карта																	10		

													ГОСТ 3.1118-82 форма 16						
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
													ФЮРА.02190.023			9			
													ФЮРА 10190.009						
А	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код,наименование операции								Обозначение документа						
Б	Код,наименование оборудования								СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала								Обозначение,код						ОПШ	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.
A119	1	1	1	090	Сверление								ИОТ №1, ГОСТ 34347-2017						
B120	Дрель сетевая STURM ID2151								3	Монтажник	5	1	1						
К/М121	Бак D=2000 мм, длиной 5900 мм, сверло 2301-0113, D=32 мм								ГОСТ 34347-2017, ГОСТ 10903-77										
O122	1. Выполнить сверление, согласно эскизу ФЮРА.02190.013																		
T123	Линейка, щетка металлическая																		
124																			
A125	1	1	1	095	Гибка горловины								ИОТ №1, ГОСТ 34347-2017						
B126	Вальцы четырехвалковые гидравлические TRIUMPH. Серия TPR 4								3	Монтажник	5	1	1						
К/М127	Заготовки из стали 08X18H10T, 1450x200x10 мм								ГОСТ 19903-2015, ГОСТ 34347-2017										
O128	Вальцевать заготовки заготовку согласно эскизу ФЮРА.02190.013																		
T129	Линейка, чертилка, мел																		
130																			
A131	1	1	1	100	Сварка горловины								ИОТ №1, ГОСТ 34347-2017						
B132	Полуавтоматический сварочный аппарат EWM SATURN 301								3	Сварщик	6	1	1						
К/М133	Заготовка D=450, аргон, проволока Св-07X18H9ТЮ (Ø1,2 мм)								ГОСТ 34347-2017, ГОСТ 10052-75, ГОСТ 2246-70										
МК	Маршрутная карта																	10	

ABCDEF GHI JKLMNCPGRSTUVWXYZAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA AY ABBBBBBBBB BJ BBBBBBBBBBBBBBBBBBCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCDDDDDD															
											ГОСТ 3.1118-82 форма 16				
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
											ФЮРА.02190.023		13		
											ФЮРА 10190.010				
A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код,наименование операции				Обозначение документа						
B	Код,наименование,оборудования				CM	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
KM	Наименование детали,сб.единицы или материала				Обозначение,код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.		
179															
A180	1	1	1	135	Контроль УЗК				ИОТ №1, ГОСТ P 55724-2013						
B181	Ультразвуковой дефектоскоп УД2-12				3	11830	4	1	1						
KM182	Бак				ГОСТ P 50599-93										
O183	1. Произвести УЗК сварных соединений согласно ГОСТ P 55724-2013														
T184	Линейка, лупа, УШС-1, штангенциркуль														
185															
186															
187															
188															
189															
190															
191															
192															
193															
											МК		Маршрутная карта	10	

															ГОСТ 3.1118-82 форма 2				
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
															ФЮРА 02190.023		3	7	
Разраб.	Карташов М.О.				ТПУ ИШНКБ Группа 1В81								ФЮРА 60190.001						
Н.контр.	Першина А.А.				Технология сборки и сварки бака для хранения серной кислоты										У				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа									
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.			
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код									ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.
РС1	ПС	НП	ДС	lc	lз	Пл	U	I	Vc	Vn	qoz	qdz	qk	Tu	Tn				
A91	1	1	1	115	Сборка штуцеров с баком					ИОТ №1, ГОСТ 34347-2017									
B92	Сварочный выпрямитель MMA WESTER 220T					3	19756	6	1	1									
К/М93	Бак, 3 трубы D=32, ЦЛ-11 (Ø3 мм)					ГОСТ 34347-2017, ГОСТ 2246-70, ГОСТ 5264-80													
O94	1. Выполнить сборку, согласно эскизу ФЮРА.02190.017, на двух прихватках длиной 5...10 мм, расположив их напротив друг друга																		
РС195	H2	1				O	24...26	80...100											
O96	2. Обеспечить полное проплавление, очистить заготовку от шлака и брызг																		
T97	Линейка, щетка металлическая, абразивные круги																		
98																			
A99	1	1	1	120	Сварка штуцеров					ИОТ №1, ГОСТ 34347-2017									
B100	Сварочный выпрямитель MMA WESTER 220T					3	19756	6	1	1									
К/М101	Бак, 3 трубы D=32, ЦЛ-11 (Ø3 мм)					ГОСТ 34347-2017, ГОСТ 2246-70, ГОСТ 5264-80													
O102	1. Выполнить сварку, согласно эскизу ФЮРА.02190.018																		
РС1103	H2	1				O	24...26	80...100											
O104	2. Обеспечить полное проплавление, очистить заготовку от шлака и брызг																		
OK															Операционная карта			60	

Приложение В

(обязательное)

Комплект чертежей для изготовления бака для хранения серной кислоты

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02190.1В81023		

Разраб.	Карташов М.О.		
Н.контр.	Першина А.А.		

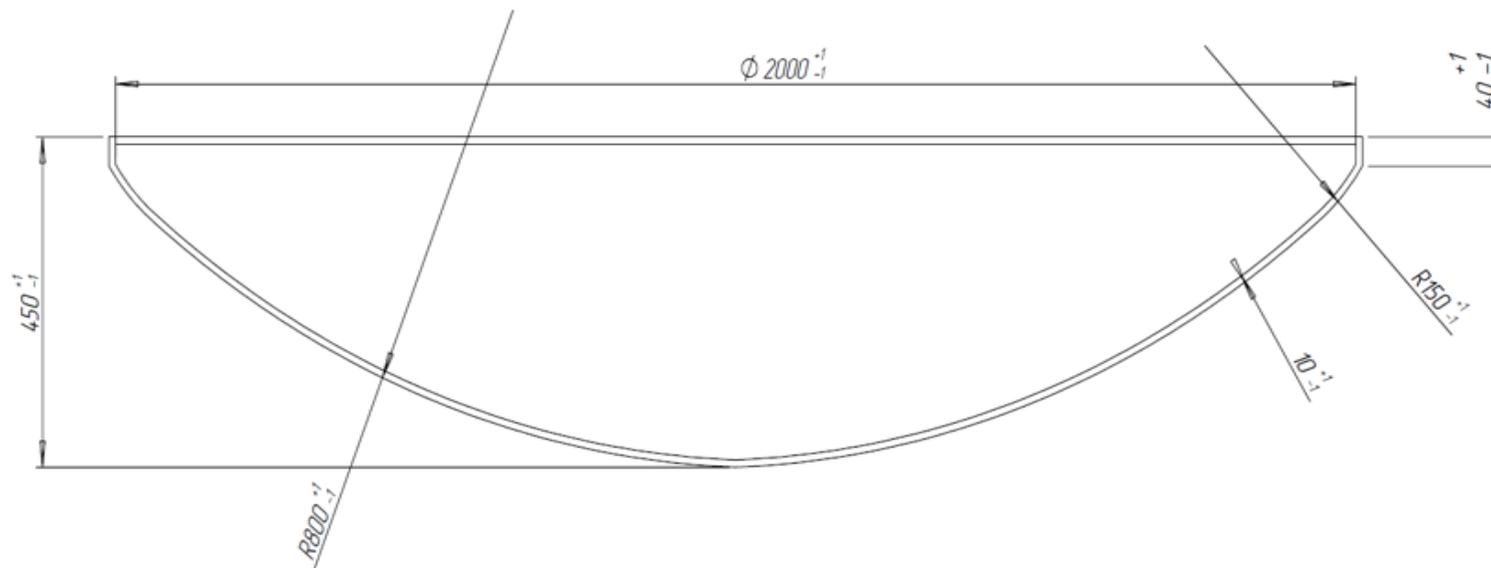
ТПУ

ФЮРА.02190.005

Сборка и сварка бака для хранения серной кислоты

У

Гибка днища 025:



КЭ

Карта эскизов

20

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

ФЮРА 02190.1В81023							

Разраб.	Карташов М.О.		
Н.контр.	Першина А.А.		

ТПУ

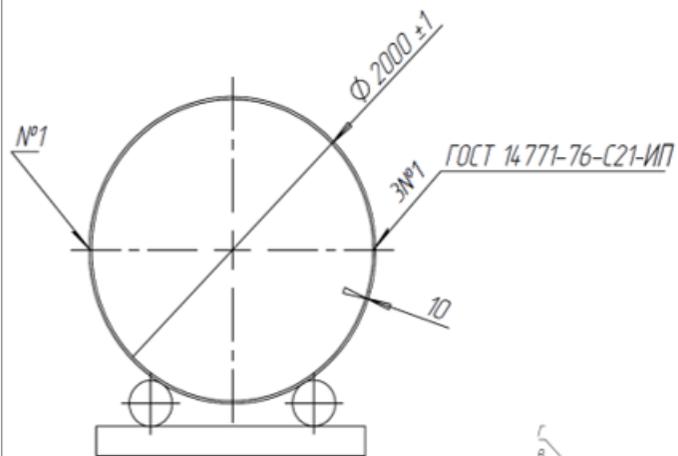


ФЮРА.02190.007

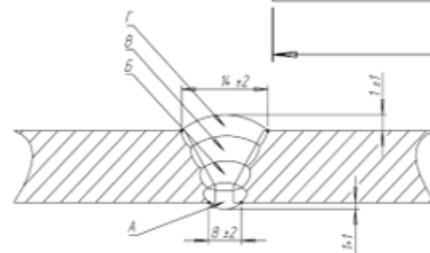
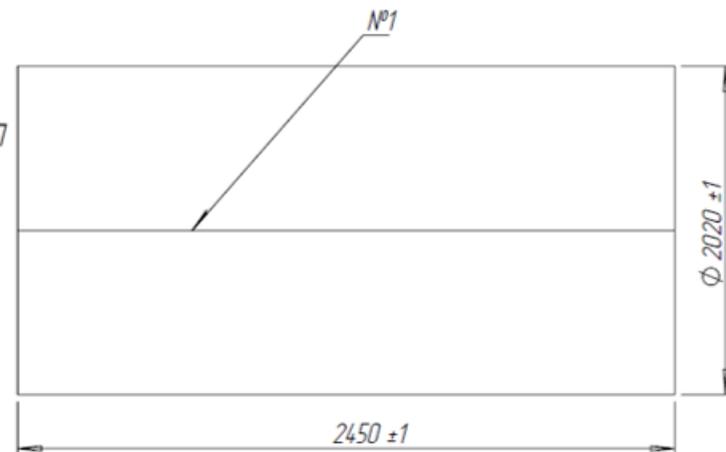
Сборка и сварка бака для хранения серной кислоты

у		
---	--	--

Сварка обечайки из полукорыт 040:



Сварка обечайки 045:



КЭ

Карта эскизов

20

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ФЮРА 02190.1В81023

Разраб.	Карташов М.О.		
Н.контр.	Першина А.А.		

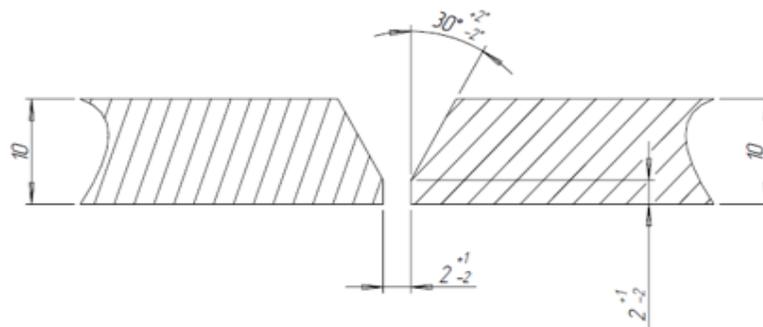
ТПУ

ФЮРА.02190.008

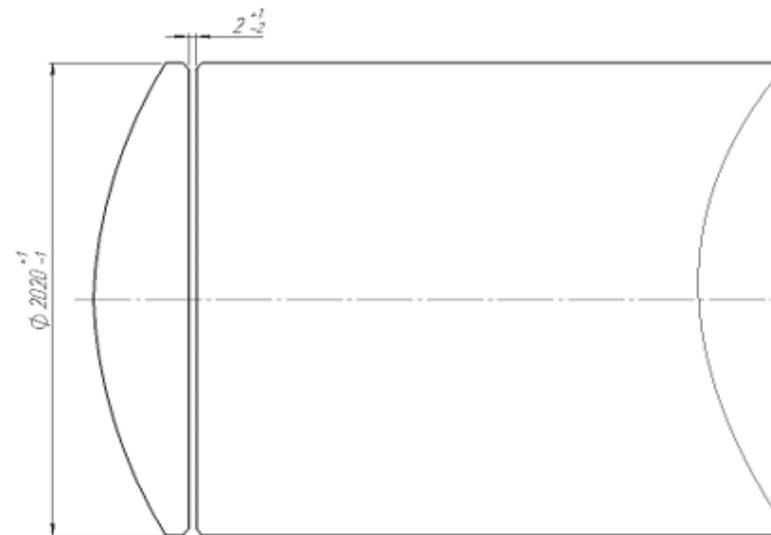
Сборка и сварка бака для хранения серной кислоты

у

Строжка обечайки/днища 050:



Сборка обечайки с днищем 055:



Примечание:
Необходимо соблюдать смещение кромок между цилиндрическими частями
не более чем на 1 мм

КЭ

Карта эскизов

20

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ФЮРА 02190.1В81023

Разраб.	Карташов М.О.		
Н.контр.	Першина А.А.		

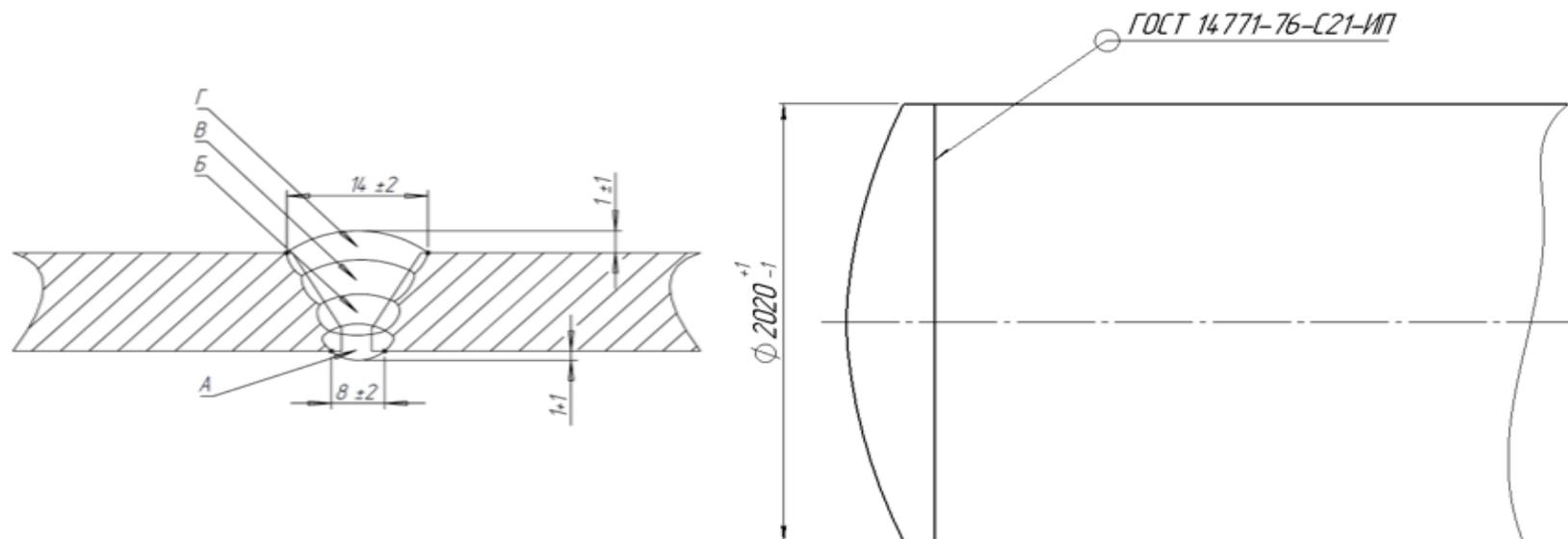
ТПУ

ФЮРА.02190.009

Сборка и сварка бака для хранения серной кислоты

У

Сварка обечайки с дном 060:



КЭ

Карта эскизов

20

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02190.1В81023	

Разраб.	Карташов М.О.		
Н.контр.	Першина А.А.		

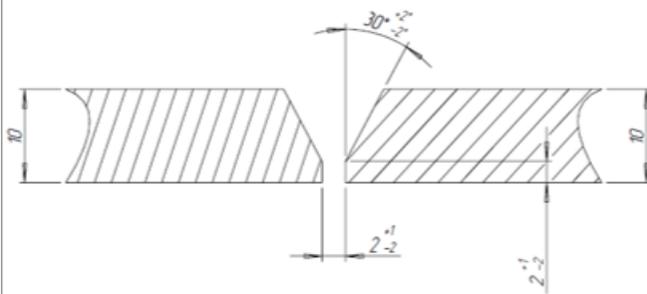
ТПУ

ФЮРА.02190.010

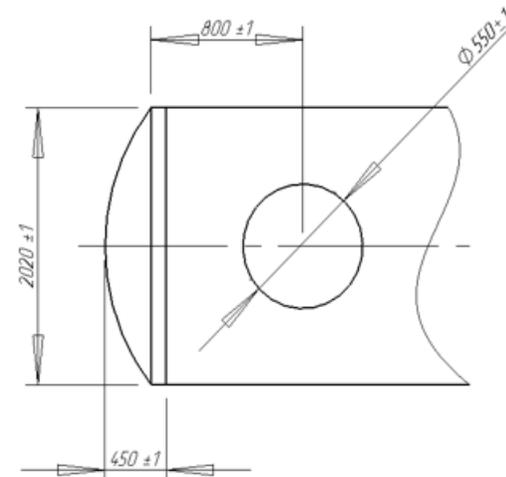
Сборка и сварка бака для хранения серной кислоты

у

Строжка 065:



Вырезка отверстия 070:



КЭ

Карта эскизов

20

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ФЮРА 02190.1В81023

Разраб.	Карташов М.О.		
Н.контр.	Першина А.А.		

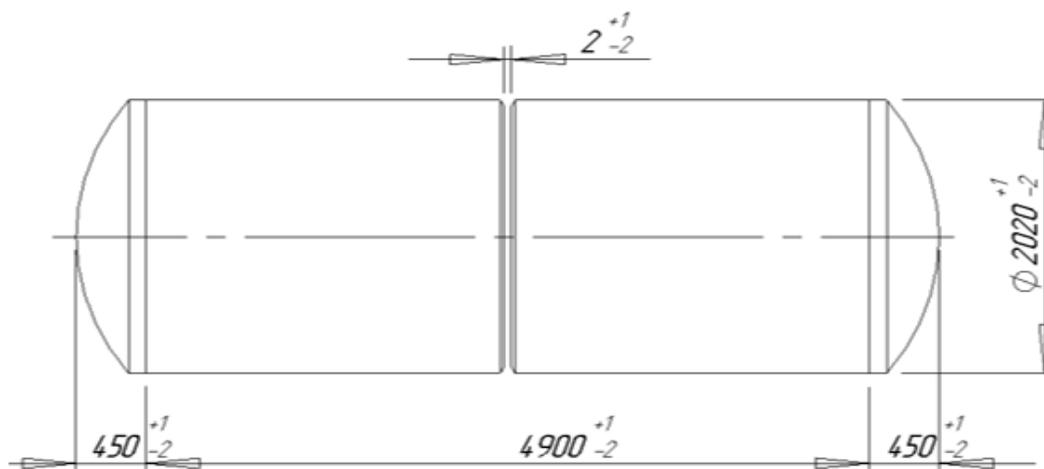
ТПУ

ФЮРА.02190.011

Сборка и сварка бака для хранения серной кислоты

У

Сборка обечаяек 075:



КЭ

Карта эскизов

20

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02190.1В81023	

Разраб.	Карташов М.О.		
Н.контр.	Першина А.А.		

ТПУ

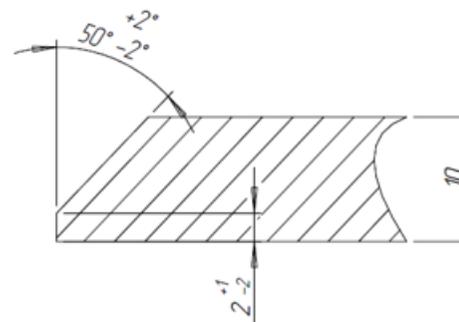
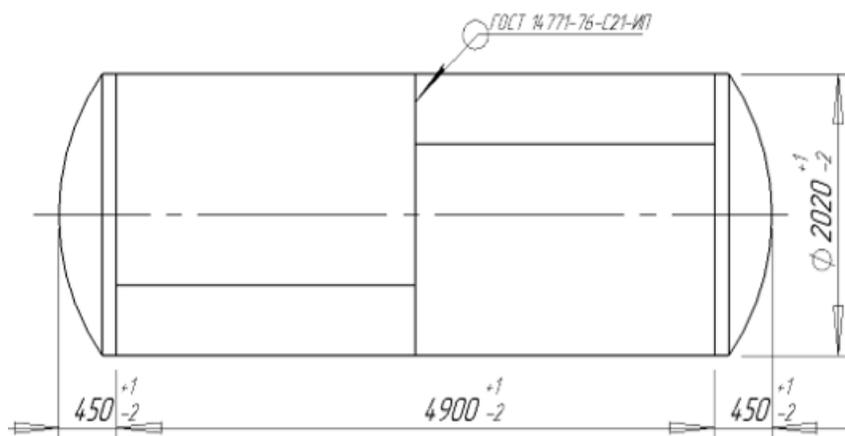
ФЮРА.02190.012

Сборка и сварка бака для хранения серной кислоты

у

Сварка обечаек отверстия 080:

Обработка кромок отверстия 085:



КЭ Карта эскизов

20

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ФЮРА 02190.1В81023

Разраб.	Карташов М.О.		
Н.контр.	Першина А.А.		

ТПУ

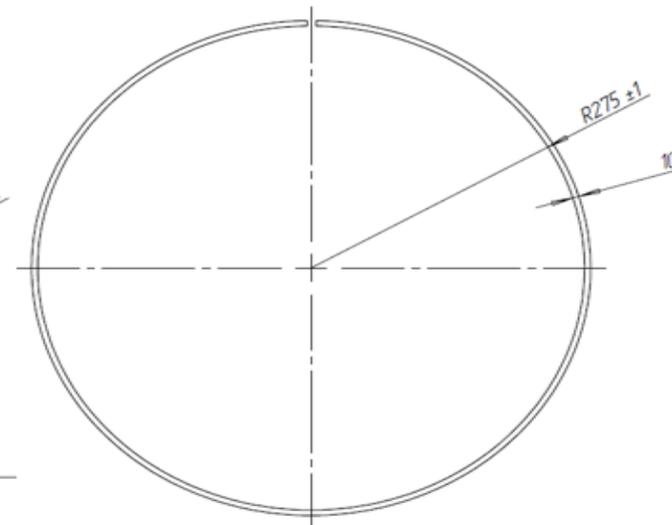
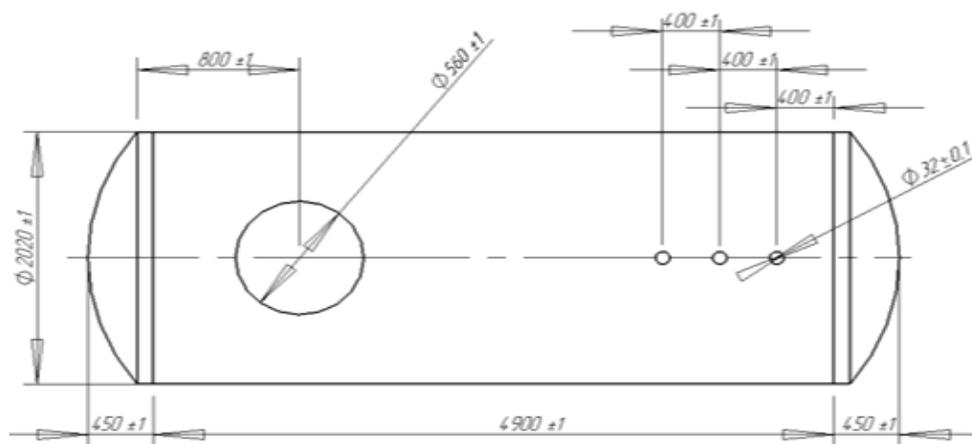
ФЮРА.02190.013

Сборка и сварка бака для хранения серной кислоты

У

Сверление 090:

Гибка горловины 095:



КЭ

Карта эскизов

20

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

ФЮРА 02190.1В81023							

Разраб.	Карташов М.О.		
Н.контр.	Першина А.А.		

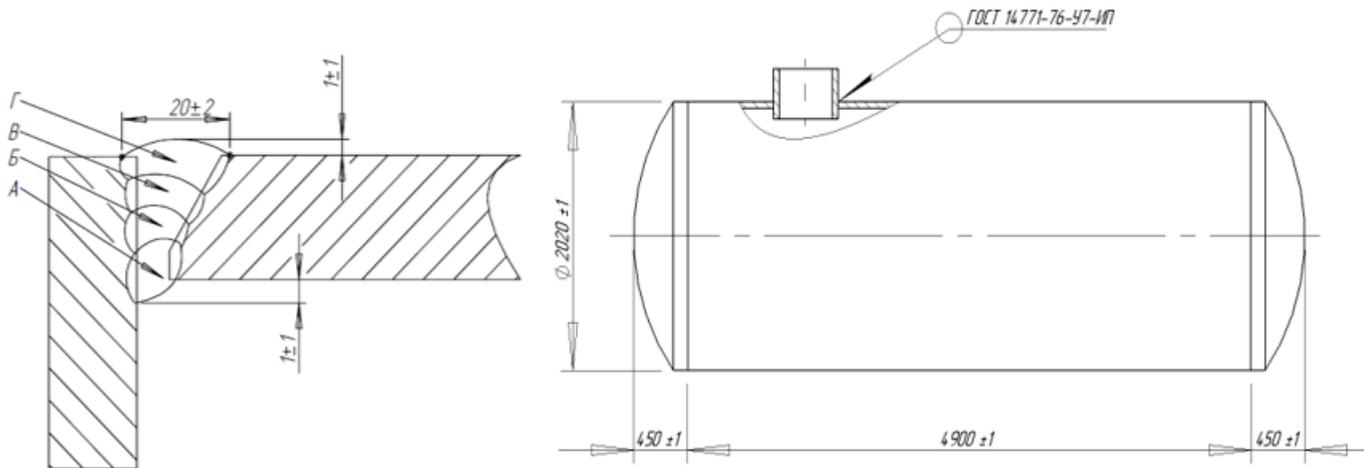
ТПУ

ФЮРА.02190.016

Сборка и сварка бака для хранения серной кислоты

у

Сварка горловины с баком 110:



КЭ

Карта эскизов

20

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ФЮРА 02190.1В81023

Разраб.	Карташов М.О.		
Н.контр.	Першина А.А.		

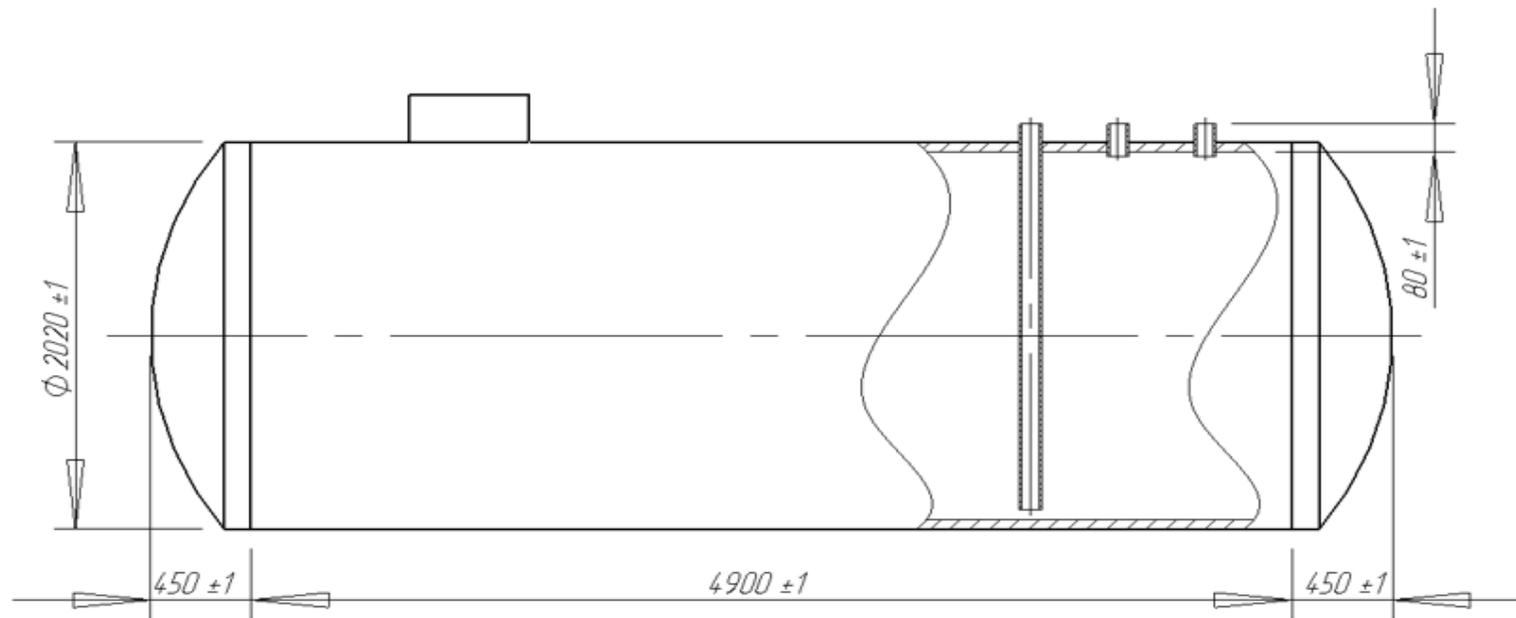
ТПУ

ФЮРА.02190.017

Сборка и сварка бака для хранения серной кислоты

У			
---	--	--	--

Сборка штуцеров с баком 115:



КЭ

Карта эскизов

20

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7

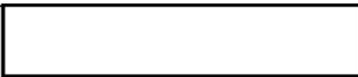
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

ФЮРА 02190.1В81023							

Разраб.	Карташов М.О.		
Н.контр.	Першина А.А.		

ТПУ

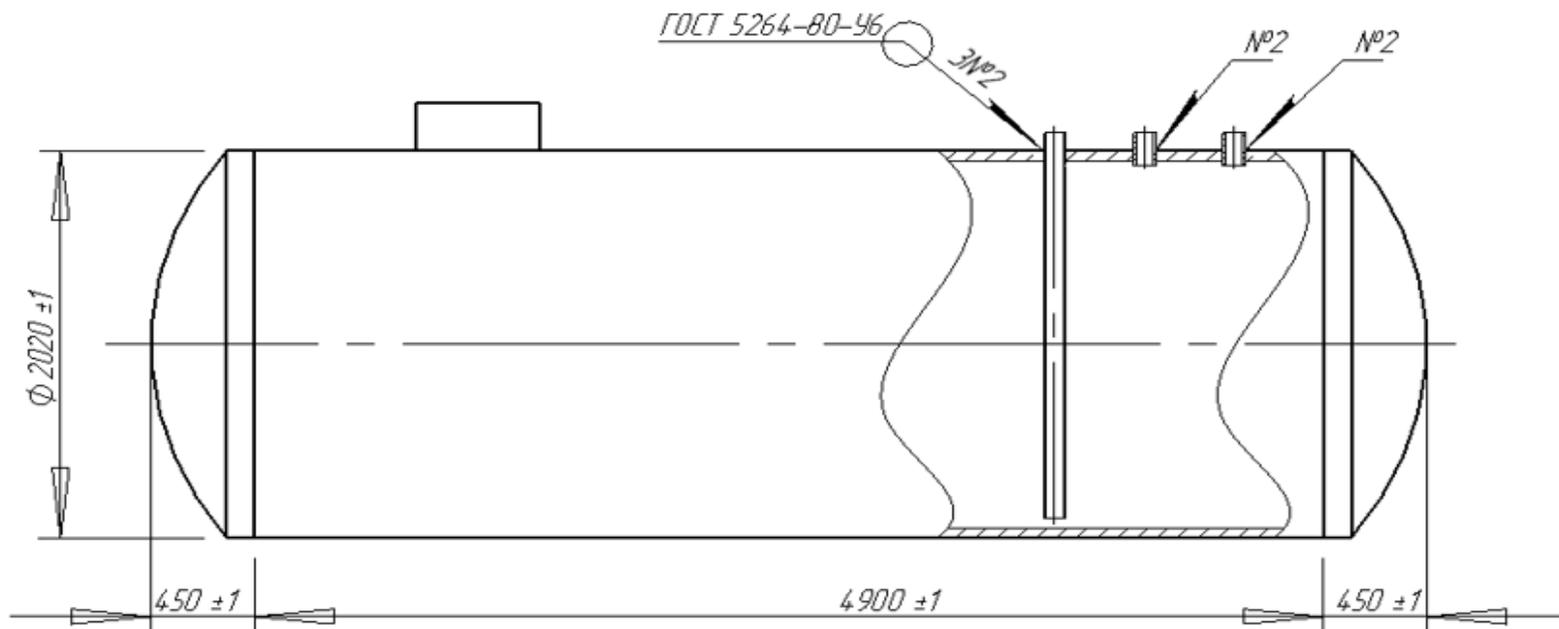


ФЮРА.02190.018

Сборка и сварка бака для хранения серной кислоты

У			
---	--	--	--

Сборка штуцеров с баком 120:



КЭ

Карта эскизов

20