

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология
сварочного производства
 Отделение электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии сборки и сварки стального резервуара для АЗС объемом 75 м³ УДК 621.642.37-049.1:621.791

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1B51	Пищальников Александр Сергеевич		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Якимова Т. Б.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Романцов И. И.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев А.С.	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства

Отделение электронной инженерии

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять соответствующие гуманитарные, социально- экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач
P2	Уметь формулировать задачи в области технологии и сварочных работ, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов
P3	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния сварочных работ, интерпретировать данные и делать выводы.
P4	Уметь эффективно работать индивидуально
P5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области сварочных работ
P6	Иметь практические знания принципов и технологий релейной защиты и противоаварийной автоматики отраслей, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области сварочных работ.
P8	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях сварочных работ.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в сварочных работ.
P10	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
P11	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области сварочных работ с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.
	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области сварочных работ.

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология
сварочного производства
 Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В51	Пищальникову Александру Сергеевичу

Тема работы:

Разработка технологии сборки и сварки стального резервуара для АЗС объемом 75 м ³	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	14.02.2020 №45-31/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Настоящее техническое задание распространяется на разработку технологии сборки и сварки стального резервуара для АЗС объемом 75 м ³ . Резервуар применяется на АЗС для хранения и выдачи нефтепродуктов с максимальной плотностью 1 т/м ³ . В связи с тем, что парк эксплуатируемых на сегодняшний день резервуаров отрабатывает свой срок эксплуатации и требует замены, спрос на резервуары объемом до 100 м ³ возрастает, а изготовление резервуаров является перспективным направлением промышленности.
--	---

<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. Обзор литературы 2. Описание конструкции 3. Разработка технологии сборки и сварки <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Выбор способа сварки 3.2. Выбор сварочных материалов 3.3. Расчет параметров режима сварки 3.4. Выбор сварочного оборудования 3.5. Методы борьбы со сварочными деформациями 3.6. План раскроя заготовок 3.7. Заготовительные операции 3.8. Сборочные операции 3.9. Сварочные операции 3.10. Контроль качества сварных соединений 4. Комплект технологической документации
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>План раскроя заготовок Конструктивные элементы кромок Сборка конструкции Конструктивные элементы шва Схема выполнения сварных швов</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Обзор литературы</p>	<p>Гордынец А.С., к.т.н., доцент ОЭИ</p>
<p>Описание сварной конструкции</p>	<p>Гордынец А.С., к.т.н., доцент ОЭИ</p>
<p>Разработка технологии</p>	<p>Гордынец А.С., к.т.н., доцент ОЭИ</p>
<p>Комплект технологических документов</p>	<p>Гордынец А.С., к.т.н., доцент ОЭИ</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</p>	
<p>Реферат</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>05.02.2020</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В51	Пищальников Александр Сергеевич		

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология
сварочного производства
 Отделение электронной инженерии

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.02.2020	1. Обзор литературы	8
28.02.2020	2. Описание конструкции	8
15.03.2020	3. Разработка технологии сборки и сварки 3.1 Выбор способа сварки 3.2 Выбор сварочных материалов	8
30.03.2020	3.3 Расчет параметров режима сварки 3.4 Выбор сварочного оборудования	8
05.04.2020	3.5 Методы борьбы со сварочными деформациями	8
20.04.2020	3.6 План раскроя заготовок 3.7 Заготовительные операции	8
05.05.2020	3.8 Сборочные операции	8
15.05.2020	3.8.1 Сварочные операции 3.9 Контроль качества сварных соединений	8
	4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	8
	5 Социальная ответственность	10
25.05.2020	Комплект технологической документации	10
01.06.2020	Заключение	8

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец Антон Сергеевич	к.т.н.		23.03.2020

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев Алексей Сергеевич	к.т.н.		23.03.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В51	Пищальников Александр Сергеевич

Институт	ИШНКБ	Отделение	ОТСП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.01.03 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами. Должностной оклад сварщиков
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы времени на выполнение работ
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов.	В соответствии с налоговым кодексом Российской Федерации

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений
Формирование плана и графика разработки проекта	Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта
Планирование и формирование бюджета проекта	Определение текущих затрат на сварочные работы
Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Сравнительная экономическая оценка способов сварки

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Карта сегментирования рынка
2. Диаграмма Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Т.Б.	к.э.н.		02.03.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В51	Пищальников Александр Сергеевич		02.03.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В51	Пищальников Александр Сергеевич

Школа	Неразрушающего контроля и безопасности	Отделение (НОЦ)	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 - Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологии сборки и сварки стального резервуара для АЗС объемом 75 м ³	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Стальной подземный горизонтальный резервуар объемом 75 м³ применяется для приема, хранения и выдачи нефтепродуктов с максимальной плотностью 1 т/м³. Эксплуатация проектируемого резервуара относится к отрасли промышленности, а именно к розничной и оптовой торговле нефтепромышленными товарами. Производство резервуара осуществляется в заводских условиях с применением следующего основного оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - листопрямляющая машина; - листогибочная машина; - станок плазменной резки с ЧПУ; - гидравлический пресс; - фланжировочная машина; - кромкоскалывающая машина; - сварочный трактор; - полуавтомат сварочный; - станок фрезерный; - кран мостовой; - траверса магнитная; - ножницы гильотинные.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> - ГОСТ 1510–84. Нефть и оборудование нефтепродукты. Маркировка, технологии упаковка, технологии транспортирование и хранение. - ГОСТ 2246-70. «Проволока стальная сварочная». - ГОСТ 5264–80. Основные типы, конструктивные элементы и оборудование размеры. - ГОСТ 6996–66. Сварные соединения. Методы определения механических свойств. - ГОСТ 14771-76. «Дуговая сварка в защитном газе». - ГОСТ 17032-2010. «Резервуары стальные горизонтальные для нефтепродуктов. Технические условия». - ГОСТ Р ИСО 17637 – 2014. «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением» - ГОСТ 19521–74. Сварка металлов. Классификация. - ГОСТ 34347 – 2017. «Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия». - ГОСТ Р 55724-2013. «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые».

	<ul style="list-style-type: none"> - ГОСТ Р 56542-2015. Контроль неразрушающий. Классификация видов и оборудование методов. - ГОСТ 23055–78. Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля. - ТУ 5265-001-56181752-2003 «Резервуары стальные горизонтальные цилиндрические РГ. Технические условия». - РД 03–606–03 Инструкция по визуальному и оборудование измерительному контролю. - ПБ 03-273-99. «Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства». - СТО-СА-03-002-2009 "Правила проектирования, изготовления и монтажа вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов». - Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ. - СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. - Приказ №485 от 20 ноября 2017 года «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасного ведения газоопасных, огневых и ремонтных работ»
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1) Вредные факторы: <ul style="list-style-type: none"> - повышенный уровень шума и вибраций на рабочем месте; - повышенная температура или влажность воздуха помещения; - недостаточная освещённость рабочей зоны; - вредные вещества - пыль, сварочные аэрозоли, пары и газы; - психофизические факторы (повышенная нагрузка на органы чувств (зрение, слух), тяжелая физическая работа, умственное перенапряжение, монотонность труда, стрессовые эмоциональные перегрузки, высокий уровень интенсивности деятельности, рабочая поза). 2) Опасные факторы: <ul style="list-style-type: none"> - наличие открытых токопроводящих элементов, находящихся под напряжением; - разбрызгивание металла. - движущиеся механизмы и изделия; - повышенная температура поверхностей оборудования.
3. Экологическая безопасность:	<p>Изготовление резервуара может сопровождаться выделением в атмосферу, гидросферу и литосферу:</p> 1) материальных загрязнителей , таких как: <ul style="list-style-type: none"> - твердые аэрозоли, образованными пылеватыми частицами металлов и абразивных материалов; - газообразные (парообразные) загрязнители, поступающие в воздух через вентиляционные выбросы; - отходы металлообработки за счет выброса сточных вод; - твердые промышленные отходы (стружки и опилки металлов, отслужившее свой срок металлическое оборудование, сконденсированная пыль); 2) энергетических загрязнителей , таких как: <ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень шума, вибрации, тепловые загрязнения (за счет выделения теплоты при обработке поверхностей металлов и работы оборудования), - электромагнитные поля, выделяемые работающим оборудованием (трансформаторы, индукторы, различные генераторы), - отраженное лазерное излучение, возникающее при использовании

	<p>лазеров в технологическом процессе.</p> <p>Твердые промышленные и бытовые отходы подлежат утилизации путем переработки отходов во вторичное сырье.</p> <p>Утилизация отработанных люминесцентных ламп осуществляется специализированной организацией, имеющей лицензию на проведение подобного вида работ, путем составления договора с данной организацией согласно действующим нормам по утилизации.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Среди возможных чрезвычайных ситуаций можно выделить пожар и (или) взрыв.</p> <p>Одной из причин возникновения пожара при изготовлении резервуара является короткое замыкание, разбрызгивание расплавленного металла при проведении сварочных работ, искры при плазменной резке металла и др.</p> <p>При эксплуатации резервуара причиной пожара и (или) взрыва может послужить утечка нефтепродуктов.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	02.03.2020
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В51	Пищальников Александр Сергеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 123 страницы, 9 рисунков, 46 таблиц и 26 источников.

Ключевые слова: горизонтальный резервуар, обечайка, сварочные деформации, механизированная сварка, автоматическая сварка, защитный газ, стыковое соединение, тавровое соединение, угловое соединение, маршрутная карта, сварочный трактор, сварочный полуавтомат.

Объектом исследования является технология сборки и сварки стального наземного горизонтального резервуара для АЗС объемом 75 м^3 .

Цель работы – совершенствование существующей на предприятии технологии сварки стального резервуара для АЗС объемом 75 м^3 путем частичной замены механизированной сварки в среде защитных газов на автоматическую в среде защитных газов.

В процессе исследования проведено технико-экономическое сравнение механизированной сварки в среде защитных газов и автоматической сварки в среде защитных газов.

В результате исследования был получен результат, подтверждающий правильность произведенной замены способа сварки разрабатываемого резервуара.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: длина резервуара 11500 мм, ширина 3016 мм, высота 4000 мм, внутренний диаметр 3000 мм, объём 75 м^3 , рабочая температура от минус 40 до плюс 45°C .

Область применения: результаты ВКР рекомендуются к применению на предприятиях, изготавливающих резервуарное оборудование, емкостные аппараты и другие подобных сооружения.

Экономическая эффективность работы: повышение производительности и снижение затрат при выполнении сварочных работ.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

- коэффициент наплавки: показатель производительности сварочного процесса.
- покрытие сварочных электродов: гомогенизированная масса смешанных химических соединений, нанесенных на специальный металлический стержень.
- режимы сварки: основные физические показатели, которые определяют весь ход процесса сварки металла и устанавливаются, опираясь на исходные данные.
- сварочный электрод: металлический или неметаллический стержень из электропроводного материала, предназначенный для подвода тока к свариваемому изделию.
- сварочное оборудование: машины, аппараты и приспособления, необходимые для изготовления из заготовок сварных изделий.
- сварочная ванна: Часть сварного шва в изделии, где основной металл достиг точки плавления и куда проникает присадочный материал.
- флокеночувствительность: склонность некоторых сплавов и сталей к поражению флокенами, в свою очередь появление флокенов связано с содержанием водорода в сплавах и сталях.

В данной работе использованы следующие обозначения и сокращения:

АЗС – автозаправочная станция;

КПД - коэффициент полезного действия;

РГС - горизонтальный стальной резервуар;

РГСП - горизонтальные стальные подземные резервуары;

ГСМ – горюче-смазочные материалы;

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

ВАХ - вольтамперная характеристика;

ψ – относительное сужение, %;
 KCU – ударная вязкость, кДж / м²;
 σ_B – предел прочности, МПа;
 σ_T – предел текучести, МПа;
 δ – относительное удлинение, %.

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ 1510–84 Нефть и оборудование нефтепродукты. Маркировка, технологии упаковка, технологии транспортирование и хранение.
- ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная.
- ГОСТ 6996–66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств.
- ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе.
- ГОСТ 17032-2010 Резервуары стальные горизонтальные для нефтепродуктов. Технические условия.
- ГОСТ Р ИСО 17637 – 2014 Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением
- ГОСТ 19521–74 Сварка металлов. Классификация.
- ГОСТ 23055–78 Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля.
- ГОСТ 34347 – 2017 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия.
- ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
- ГОСТ Р 56542-2015 Контроль неразрушающий. Классификация видов и оборудование методов.
- ТУ 5265-001-56181752-2003 Резервуары стальные горизонтальные цилиндрические РГ. Технические условия.

- РД 03–606–03 Инструкция по визуальному и оборудованию измерительному контролю.
- Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ.
- СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические.
- Приказ №485 от 20 ноября 2017 года «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасного ведения газоопасных, огневых и ремонтных работ».

Оглавление

Введение.....	17
1. Обзор литературы.....	19
1.1 Основные требования, предъявляемые конструкции резервуаров.....	19
1.2 Требования, предъявляемые к сборке и сварке конструкции резервуаров	20
2. Объект и методы исследования	22
2.1 Описание конструкции разрабатываемого резервуара	23
2.2 Материал конструкции разрабатываемого резервуара	23
2.3 Входной контроль основного материала для изготовления резервуара .	25
3. Расчеты и аналитика	27
3.1 Выбор способа сварки резервуара.....	27
3.2 Выбор сварочных материалов	28
3.2.1 Выбор и обоснование защитного газа	28
3.2.2 Выбор сварочной проволоки	29
3.2.3 Входной контроль сварочных материалов.....	29
3.3 Расчет параметров режима сварки резервуара.....	30
3.3.1 Сварка обечайки.....	31
3.3.2 Сварка корпуса	33
3.3.3 Сварка диафрагмы жесткости.....	34
3.3.4 Сварка днища	35
3.3.5 Сварка люка, горловины, патрубка	35
3.4 Выбор сварочного оборудования	39
3.5 Методы борьбы со сварочными деформациями	42
3.6 План раскроя заготовок	44

3.7	Заготовительные операции	44
3.7.1	Выбор оборудования для заготовки деталей	45
3.7.2	Маршрутная технология заготовки деталей	49
3.8	Технология сборки и сварки конструкции	51
3.8.1	Маршрутная технология сборки и сварки изделия	51
3.9	Контроль качества сварных соединений	53
3.9.1	Методы исправления дефектов сварных швов	56
4.	Результаты разработки	57
5.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	58
5.1	Потенциальные потребители результатов разработки технологии	58
5.2	Планирование проекта.....	59
5.3	Расчет норм времени на сварку.....	64
5.4	Экономическая оценка сравниваемых способов сварки.....	70
6.	Социальная ответственность.....	77
6.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	77
6.1.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	77
6.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны ..	77
6.2	Производственная безопасность	78
6.2.1.	Анализ выявленных вредных факторов и мероприятия по их снижению	78
6.2.2	Анализ выявленных опасных факторов	83
6.3	Экологическая безопасность.....	85
6.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	86
6.4.1	Причины возникновения чрезвычайных ситуаций на предприятии.....	86

6.4.2 Общие требования пожарной безопасности	86
6.4.3 Требования пожарной безопасности в аварийных ситуациях	87
Заключение	89
Список использованных источников	90
Приложение А Таблица А1 - Маршрутная технология сборки и сварки резервуара	90
Приложение Б Комплект технологической документации	101
Приложение В Комплект чертежей для изготовления резервуара	117

Введение

Стальные горизонтальные резервуары нашли свое применение в различных отраслях промышленности: нефтяной, пищевой, химической и др. Они стали важной цепочкой в технологическом процессе на нефтехранилищах, нефтяных терминалах, АЗС и других объектах приема, хранения и выдачи нефтепродуктов или других жидкостей с максимальной плотностью 1 т/м^3 .

По мнению различных аналитиков, парк резервуаров, который эксплуатируется на сегодняшний день, отработывает свой срок эксплуатации в ближайшие 15-20 лет и требует замены. Следует также учесть, что в связи с текущей ситуацией в мире спрос на экспортируемую из страны нефть значительно упал, что вызвало острую потребность в нефтехранилищах, в том числе и в различных резервуарах.

Таким образом, актуальность темы выпускной квалификационной работы связана с возрастающим спросом на резервуары, а изготовление резервуаров является перспективным направлением промышленности.

Целью работы является совершенствование существующей на предприятии технологии сварки стального резервуара для АЗС объемом 75 м^3 путем частичной замены механизированной сварки в среде защитных газов на автоматическую сварку в среде защитных газов.

Объектом исследования является существующая на предприятии технология сборки и сварки стального резервуара для АЗС объемом 75 м^3 .

Предметом исследования является совершенствование существующей технологии сварки исследуемого резервуара.

Результаты, приведённые в ВКР, могут быть использованы на предприятиях, изготавливающих резервуарное оборудование, емкостные аппараты и другие подобных сооружения.

Данная выпускная квалификационная работа апробирована на видеоконференции с участием студентов и преподавателей Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности НИ ТПУ 30.05.2020.

1 Обзор литературы

1.1 Основные требования, предъявляемые к конструкции резервуаров

Согласно ГОСТ 34347-2017 [1], к конструкции резервуаров предъявляются следующие основные требования:

- Конструкция сосудов должна быть технологичной, надежной в течение установленного в технической документации срока службы, обеспечивать безопасность при изготовлении, монтаже и эксплуатации, предусматривать возможность осмотра (в том числе внутренней поверхности), очистки, промывки, продувки и ремонта, контроля технического состояния сосуда при диагностировании, а также контроля за отсутствием давления и отбора среды перед открытием сосуда.

Если конструкция сосуда не позволяет при техническом освидетельствовании проведение осмотра (наружного или внутреннего), гидравлического испытания, то разработчик сосуда должен в технической документации на сосуд указать методику, периодичность и объем контроля сосуда, выполнение которых обеспечит своевременное выявление и устранение дефектов.

- Срок службы сосуда устанавливает разработчик сосуда, и он указывается в технической документации.

- При проектировании сосудов следует учитывать требования Правил перевозки грузов железнодорожным, водным и автомобильным транспортом.

Сосуды, которые не могут быть транспортированы в собранном виде, должны проектироваться из частей, соответствующих по габаритам требованиям к перевозке транспортными средствами. Деление сосуда на транспортируемые части следует указывать в технической документации.

- Сосуды, транспортируемые в собранном виде, а также транспортируемые части должны иметь строповые устройства (захватные приспособления) для проведения погрузочно-разгрузочных работ, подъема и установки сосудов в проектное положение.

- Сварные швы должны быть доступны для проведения контроля.
- Допускается использовать технологические штуцера, горловины, уступы, бурты и другие конструктивные элементы сосудов при подтверждении расчетом на прочность [1].

1.2 Требования, предъявляемые к сборке и сварке конструкции резервуаров.

Согласно ГОСТ 34347-2017 [1] к данной конструкции предъявляются следующие требования на сборку и сварку:

- Сварку корпусов сосудов 1, 2, 3 и 4-й групп, а также сварку их внутренних и наружных деталей должны проводить аттестованные сварщики согласно ПБ 03-273–99 [2].
- Сосуды в зависимости от конструкции и размеров могут быть изготовлены с применением всех аттестованных видов промышленной сварки, за исключением газовой сварки. Применение газовой сварки допускается только для труб и змеевиков диаметром до 80 мм и толщиной стенки не более 4 мм.
- Сварку и наплавку сосудов (сборочных единиц, деталей) необходимо проводить в соответствии с требованиями технических условий на изготовление или технологической документации.
- Все сварочные работы при изготовлении сосудов (сборочных единиц и деталей) необходимо проводить при положительных температурах.
- Форма подготовки кромок должна соответствовать требованиям технической и проектной документации.

Кромки подготовленных под сварку элементов сосудов должны быть зачищены на ширину не менее 20 мм, а для электрошлаковой сварки - на ширину не менее 50 мм. Кромки не должны иметь следов ржавчины, окалины, масла и прочих загрязнений. Кромки должны проходить визуальный контроль для выявления пороков металла. Не допускаются

расслоения, закаты, трещины, а для двухслойной стали также и отслоения коррозионно-стойкого слоя.

- Размеры дефектов не должны превышать допустимых размеров для сварных соединений соответствующих групп сосудов и аппаратов.
- Все сварные швы подлежат клеймению, позволяющему установить сварщика, выполнявшего эти швы. Клеймение наплавкой запрещено [1].

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание конструкции разрабатываемого резервуара

Стальной подземный горизонтальный резервуар объемом 75 м^3 является одностенной металлической емкостью цилиндрической формы, предназначенной для горизонтального подземного расположения. Данный резервуар применяется на автозаправочной станции для хранения светлых нефтепродуктов.

Подобные резервуары могут использоваться не только в нефтяной промышленности, но и в других отраслях, например в пищевой, химической и др. Они применяются на объектах приема, хранения и выдачи нефтепродуктов или других жидкостей с максимальной плотностью 1 т/м^3 .

Данные резервуары из-за низких температур и высокой вязкости хранимых нефтепродуктов резервуары могут комплектоваться системой подогрева.

Данный резервуар представляет собой цилиндрический сосуд (рисунок 1), состоящий из 6 цилиндрических обечаек, 2 эллиптических днищ, люк – лаза диаметром 1000 мм, горловины диаметром 900 мм, патрубка вентиляционной трубы диаметром 100 мм, патрубка замерного люка диаметром 150 мм, патрубка залива диаметром 150 мм, патрубка слива диаметром 150 мм, 3 диафрагмы жесткости.

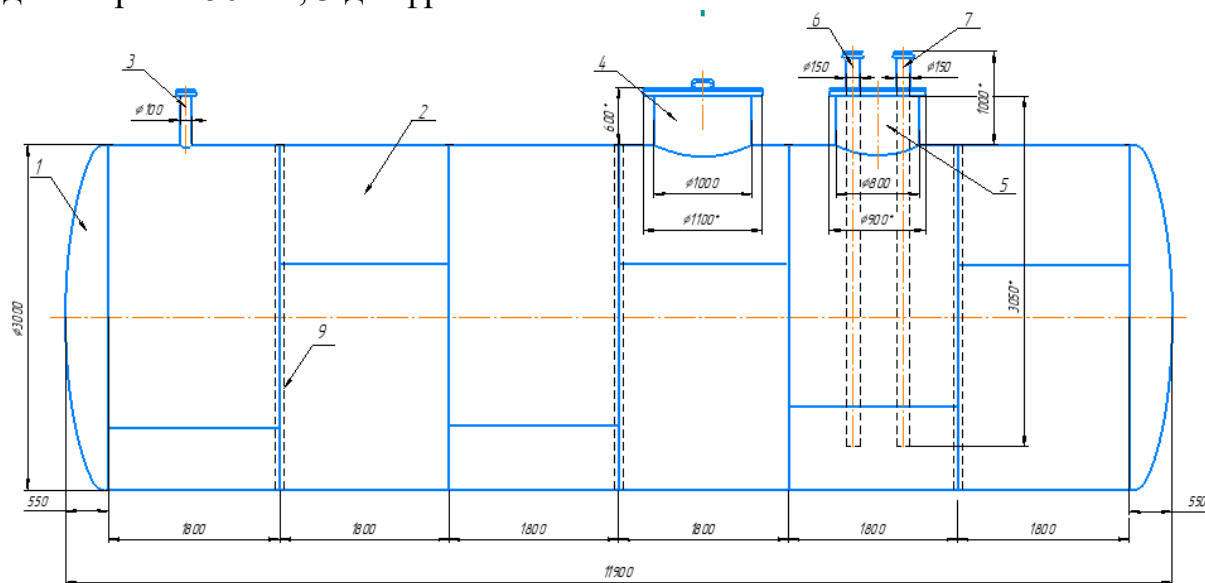


Рисунок 1 – Стальной подземный горизонтальный резервуар 75 м^3

Габаритные размеры и технические характеристики резервуара представлены в таблице 1 и 2 соответственно.

Таблица 1 – Габаритные размеры резервуара

Наименование параметра	Значение параметра
Длина резервуара, L, мм	11500
Длина цилиндрической части резервуара, L ₁ , мм	10800
Ширина резервуара, В, мм	3016
Высота резервуара, Н, мм	4000
Внутренний диаметр резервуара, D _в , мм	3000

Таблица 2 – Технические характеристики резервуара

Наименование параметра	Значение параметра
Назначение резервуара	Для хранения светлых нефтепродуктов
Рабочее давление, МПа	Налив
Рабочая температура, °С	От - 40 до + 45
Допустимая минимальная температура стенки резервуара, °С	- 40
Группа сосудов	1
Группа сосудов по ОСТ 26 291 – 94	5а
Сейсмичность по 12 бальной шкале, балл, не более	6
Заполнение сосуда, %, не более	85
Основной материал	Ст3сп
Толщина стенки корпуса/днища, мм	8/8

2.2 Материал конструкции разрабатываемого резервуара

При изготовлении резервуаров от правильного выбора основного материала зависит прочность, надежность и экономичность конструкции.

Согласно ГОСТ 17032–2010, а именно, - «для основных конструкций резервуаров должна применяться только углеродистая (полностью раскисленная) сталь обыкновенного качества или низколегированная» [3], принимаем за основной материал сталь – СтЗсп.

Сталь СтЗсп является конструкционной углеродистой сталью обычного качества. У данной стали отсутствуют ограничения по свариваемости и склонность к отпускной хрупкости. К способам сварки данной стали относят: РДС, АДС под слоем флюса и в среде защитных газов, ЭШС и др. При сварке толщин более 36 мм рекомендуется подогрев до 100 – 120 °С и последующая термообработка.

За счет однородной и мелкозернистой структуры спокойной стали они рядом достоинств:

- Спокойные стали обладают хорошим сопротивлением динамическим воздействиям и хрупкому разрушению, чем кипящие стали.
- Спокойные стали раскисленные присадками алюминия имеют пониженную склонность к старению. А также при раскислении присадками алюминия у спокойных сталей снижается пластичность, порог хладоломкости и сопротивление хрупкому разрушению.
- Вредные примеси – сера и фосфор, распределяются в стали равномернее, чем в кипящей стали.

Химический состав стали СтЗсп представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав стали СтЗсп [4]

Содержание химических элементов, %								
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,14-0,22	0,12–0,3	0,4–0,65	до 0,3	до 0,05	до 0,04	до 0,3	до 0,3	до 0,08

Механические и технологические свойства стали СтЗсп приведены в таблице 4 и 5 соответственно.

Таблица 4 – Механические свойства стали СтЗсп [4]

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU , кДж/м ²		KCV , кДж/м ²
				при T = +20 °C	при T = -20 °C	при T = +20 °
370-490	205-255	23-26	-	10,8	4,9	3,4

Таблица 5 – Технологические свойства стали СтЗсп [4]

Свариваемость	Без ограничений
Флокеночувствительность	Не чувствительна
Склонность к отпускной хрупкости	Не склонна

Исходя из характеристик металла, химического состава, механических и технологических свойств выбранная сталь подходит для изготовления данной конструкции.

2.3 Входной контроль основного материала для изготовления разрабатываемого резервуара

Согласно СТО-СА-03-002-2009 [5]:

- поступающие на завод-изготовитель от поставщиков металлопрокат (прокат), сварочные, лакокрасочные материалы и крепежные изделия при приемке должны быть проверены службой технического контроля предприятия по количеству, комплектности и соответствию стандартам, техническим условиям, договорам о поставке, наряд-заказам.
- Вид и план входного контроля устанавливают технические службы предприятия, при необходимости по согласованию с поставщиком.
- На каждый принятый вагон металлопроката, вид проката, марку стали, плавку должен быть составлен приемочный акт.
- При приемке проката следует проверять:
 - количество по теоретической массе, сортамент и марки сталей по наряд-заказам, клеймам или биркам предприятия-поставщика;

- отсутствие видимых в прокате расслоений, трещин, раковин, закатов, вмятин и общих деформаций, превышающих допустимые соответствующими стандартами и ТУ.

- При наличии отклонений от требований Стандарта или ТУ необходимо составить рекламационный акт.

- После приемки производят дополнительную маркировку проката: наносят белой краской номер приемочного акта и цветной - марку стали в соответствии с системой, принятой на предприятии.

- На складе металла следует вести компьютерный, картотечный или журнальный учет движения проката по его приходу и расходу. Учет следует вести по каждому профилю проката с учетом марки стали и номера приемочного акта [5].

3 Расчеты и аналитика

3.1 Выбор способа сварки

Сосуды в зависимости от конструкции и размеров могут быть изготовлены с применением всех аттестованных видов промышленной сварки, за исключением газовой сварки [1].

К основным факторам, влияющим на выбор способа сварки, относятся:

- химический состав материала;
- свариваемость основного металла;
- толщина стенки;
- производительность способа сварки;
- конфигурация, длина и положение сварных швов;
- программа выпуска;
- экономические показатели.

Основным материалом является сталь – Ст3сп. Данная сталь имеет хорошую свариваемость всеми дуговыми способами сварки.

Сварка данной конструкции происходит в заводских условиях, поэтому сварка производится в нижнем удобном положении. Учитывая, толщину стенки конструкции 8 мм, а также, конфигурацию и протяженность сварных швов, ручная дуговая сварка покрытыми электродами является не рациональной, т.к. в данном конкретном случае не будет обеспечивать должной производительностью и экономичностью.

Для данной конструкции с точки зрения производительности, экономичности и качества сварного шва рекомендуется применять механизированные и автоматизированные способы сварки.

В заводском варианте технологии изготовления конструкции применялась механизированная сварка в среде защитных газов. Достаточно большое количество люков и трубопроводной арматуры затрудняет использование автоматических способов сварки. Однако, имеется часть операций, таких как сварка обечаек, которые вполне возможно заменить

автоматической сваркой в среде защитных газов. Она обладает следующими основными достоинствами:

- возможность сварки в различных пространственных положениях;
- низкую стоимость при использовании активных защитных газов;
- высокое качество сварных соединений;
- возможность визуального наблюдения за процессом образования шва;
- процесс сварки выполняется с высокой степенью концентрации энергии дуги, что увеличивает глубину проплавления свариваемого металла, а с учетом повышенных скоростей сварки создает относительно небольшую зону структурных превращений и вызывает меньшие деформации конструкций;
- сварка происходит без перерывов, что особо выгодно при большой протяженности швов [6].

Исходя из конфигурации и протяженности сварных швов:

- Для сварки продольного, кольцевого шва обечайки, а также для приварки днищ и диафрагм жесткости принимаем автоматическую сварку в среде защитных газов согласно ГОСТ 14771–76 [7];
- Для приварки патрубка, люка и горловины к корпусу резервуара, а также для приварки патрубков к крыше горловины принимаем механизированную сварку в среде защитных газов согласно ГОСТ 14771–76 [7].

3.2 Выбор сварочных материалов

3.2.1 Выбор и обоснование защитного газа

Так как, принятая за основной материал, сталь – Ст3сп является конструкционной углеродистой сталью обычного качества с низкой химической активностью, то с точки зрения производительности и

экономичности производства, допускается применять активный защитный газ – углекислый газ (CO_2).

Углекислота (CO_2) занимает одно из лидирующих мест по объему производства среди механизированных способов сварки, т.к. является самым дешевым и более производительным при сварке углеродистых и низколегированных сталей.

Для проведения сварочных работ применяются углекислота 1 и 2 сортов, она не должна содержать более 1% примесей и 0,05 % водяных паров в свободном состоянии.

Для проведения сварочных работ выбираем углекислоту CO_2 1 сорта, согласно ГОСТ 8050–85 [8].

Требования к чистоте углекислоты согласно ГОСТ 8050–85 [8] представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Требования к чистоте CO_2 согласно ГОСТ 8050 – 85 [8]

Сорт	Компонент, на 1м^3	
	CO_2 , %, не более	Водяной пар, %, не более
1 – й сорт	99,5	0,178

3.2.2 Выбор сварочной проволоки

С одной стороны, использование в качестве защитного газа углекислоты CO_2 является довольно производительным и экономичным способом. С другой стороны, углекислота CO_2 имеет свойство к реакции окисления с железом и углеродом в основном металле. Поэтому для управления этой реакцией, повышения качества сварного шва и производительности способа сварки в целом, рекомендуется использовать проволоку с повышенным уровнем содержания марганца Mn и кремния Si.

Пока присутствуют марганец и кремний не будет происходить реакция окисления с железом и углеродом, т.к. данные элементы химически более активны. Образующиеся, при воздействии высокой температуры и

окислительной реакции оксиды марганца и кремния всплывают на поверхность сварочной ванны и не влияют на качество сварного шва.

Исходя из выше сказанного, в целях управления реакцией окисления и уменьшения склонности к образованию горячих трещин выбираем сварочную проволоку марки Св-08Г2С, согласно ГОСТ 2246–70 [9].

Химический состав сварочной проволоки представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Химический состав сварочной проволоки Св – 08Г2С [9]

Содержание химических элементов, %							
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N
0,05-0,11	0,7-0,95	1,8-2,1	до 0,25	до 0,025	до 0,03	до 0,2	до 0,01

3.2.3 Входной контроль сварочных материалов

Согласно СТО-СА-03-002-2009 [5] при приемке сварочных и лакокрасочных материалов, крепежных изделий необходимо выполнять следующие правила:

- проверять наличие сопроводительного документа, в котором должно быть указано наименование материала, номер партии и показатели, удостоверяющие соответствие материала требованиям нормативно-технической документации (НТД);
- определять сохранность тары внешним осмотром;
- определять количество материалов взвешиванием, поштучным пересчетом, теоретически;
- результаты приемки оформляют приемочным актом и включают в общую систему движения материалов на предприятии;
- при необходимости нужно нанести на тару краской номер приемочного акта, а на тару лакокрасочных материалов - дату окончания их годности [5].

3.3 Расчет параметров режима сварки резервуара

Сварку резервуара можно условно разделить на узлы:

- сварка обечайки;
- сварка корпуса;
- сварка диафрагмы жесткости;
- сварка днища;
- сварка люка, горловины, патрубка.

3.3.1 Сварка обечайки

Для сварки продольных (рисунок 3) и кольцевых швов обечайки, а также приварки днищ к обечайке целесообразно применение односторонних стыковых соединений с разделкой кромок. Выбираем тип соединения С17 согласно ГОСТ 14771–76 (таблица 8).

Таблица 8 – Конструктивные элементы и размеры соединения С17 согласно ГОСТ 14771–76 [7]

Способ сварки	$S=S_1$, мм	b , мм	c , мм	e , мм	g , мм	α , град
УП	8	1 ± 1	1 ± 1	10 ± 2	1 ± 1	20 ± 2

Подготовка кромок и форма сварного шва показана на рисунке 2.

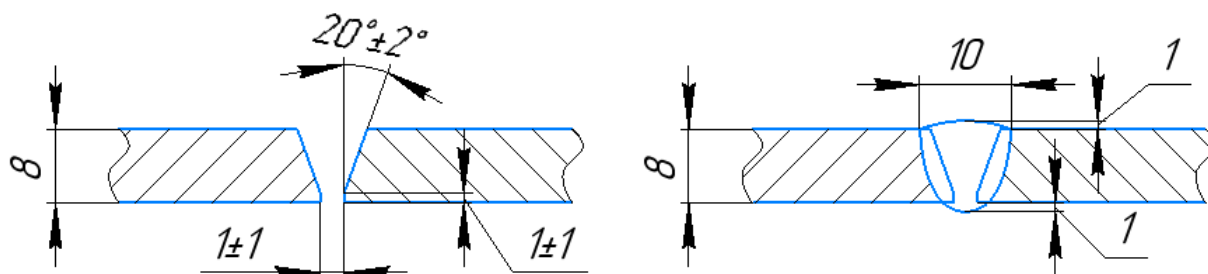


Рисунок 2 – Стыковое соединение типа С17 [7]

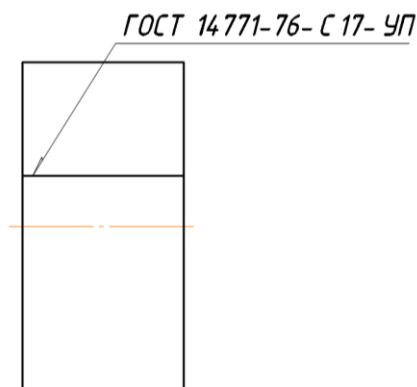


Рисунок 3 – Сварка обечайки

Расчет режимов автоматической сварки:

Величина силы сварочного тока, $I_{св}$ определяется по формуле:

$$I_{св} = \frac{\pi d_{эл}^2}{4} \cdot j = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} \cdot 130 \approx 261 \text{ А.} \quad (3.1)$$

Напряжение сварочной дуги, U_d определяется по формуле:

$$U_d = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{d_{эл}}} \cdot I_{св} \pm 1 = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{1,6}} \cdot 241 \approx 33 \text{ В.} \quad (3.2)$$

Скорость сварки при $d_{эл}=1,6$, $V_{св}$ определяется по формуле:

$$V_{св} = \frac{5000 \div 8000}{I_{св}} = \frac{5000 \div 8000}{261} = 19 \div 33 \text{ м/ч.} \quad (3.3)$$

Скорость подачи электродной проволоки, $V_{пд}$ определяется по формуле:

$$V_{пд} = \frac{4\alpha_n I_{св}}{\pi d_{эл}^2 \rho} = \frac{4 \cdot 15 \cdot 261}{3,14 \cdot 1,6^2 \cdot 7,8} \approx 249 \text{ м/ч.} \quad (3.4)$$

Коэффициент наплавки, α_n определяется по формуле:

$$\alpha_n = \alpha_p - (1 - \psi) = 16 - (1 - 0,125) \approx 15 \text{ г/(А} \cdot \text{ч).} \quad (3.5)$$

Коэффициент расплавления проволоки, α_p определяется по формуле:

$$\alpha_p = 3 + 0,08 \cdot \frac{I_{св}}{d_э} = 3 + 0,08 \cdot \frac{261}{1,6} \approx 16 \text{ г/(А} \cdot \text{ч).} \quad (3.6)$$

Погонная энергия определяется по формуле:

$$q_{\text{п}} = \frac{I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{эф}}}{V_{\text{св}}} = \frac{261 \cdot 33 \cdot 0,8}{0,75} = 9187,2 \text{ Дж/см.} \quad (3.7)$$

Эффективная энергия определяется по формуле:

$$q_{\text{эф}} = I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{эф}} = 261 \cdot 33 \cdot 0,8 = 6890 \text{ Вт.} \quad (3.8)$$

Вылет электрода L , при сварке в CO_2 принимается в пределах $10 \div 20$ мм. Принимаем за вылет электрода $L = 15$ мм.

Расход защитного газа определяется из зависимости расхода защитного газа от напряжения и силы сварочного тока. При напряжении $U_{\text{д}} = 33$ В и силе тока $I_{\text{св}} = 261$ А, принимаем за основной расход защитного газа на 1 м сварного шва, $q_{\text{г}} = 16$ л/мин.

Полученные при расчете параметры режима автоматической сварки в CO_2 представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Режимы автоматической сварки в CO_2

Номер слоя (валика)	$d_{\text{эл}}$, мм	$I_{\text{св}}$, А	$U_{\text{д}}$, В	L , мм	$V_{\text{св}}$, м/ч	$V_{\text{пл}}$, м/ч	Расход газа, л/мин
1	1,6	255-265	32-34	15-18	25	249	16-18

3.3.2 Сварка корпуса

Корпус резервуара набирается из обечаек и последовательно сваривается кольцевыми стыковыми швами типа С17 (рисунок 4).

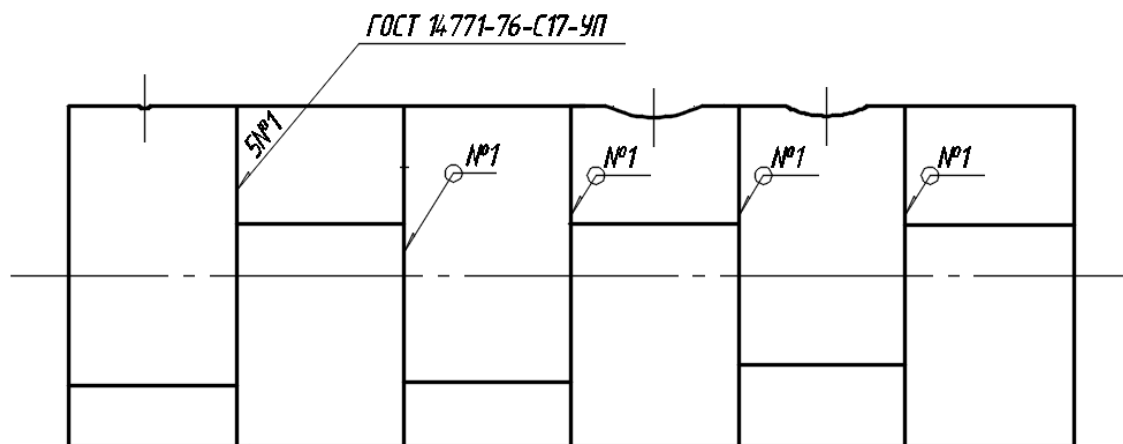


Рисунок 4 – Сварка корпуса

Сварка производится на режимах, посчитанных в п.3.3.1.

3.3.3 Сварка диафрагмы жесткости

Для приварки диафрагм жесткости выбираем тип соединения Т1 согласно ГОСТ 14771 – 76 [7], конструктивные элементы и размеры которого представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Конструктивные элементы и размеры соединения Т1

Способ сварки	S, мм	b, мм	K, мм
УП	8	0+1,5	6

Подготовка кромок и форма сварного шва показана на рисунке 5.

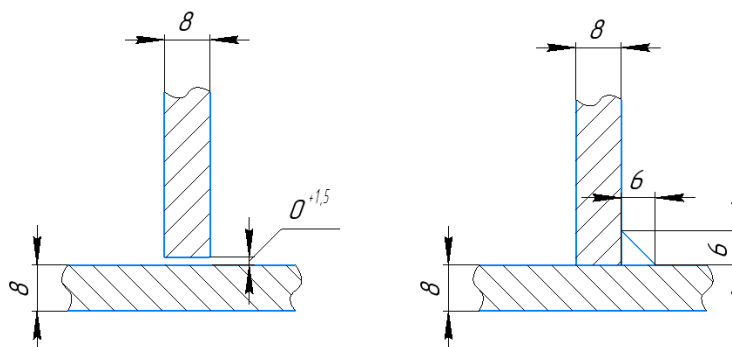


Рисунок 5 – Тавровое соединение типа Т1 [7]

Сварка диафрагмы жесткости производится на режимах, рассчитанных в п.3.3.1 и показана на рисунке 6.

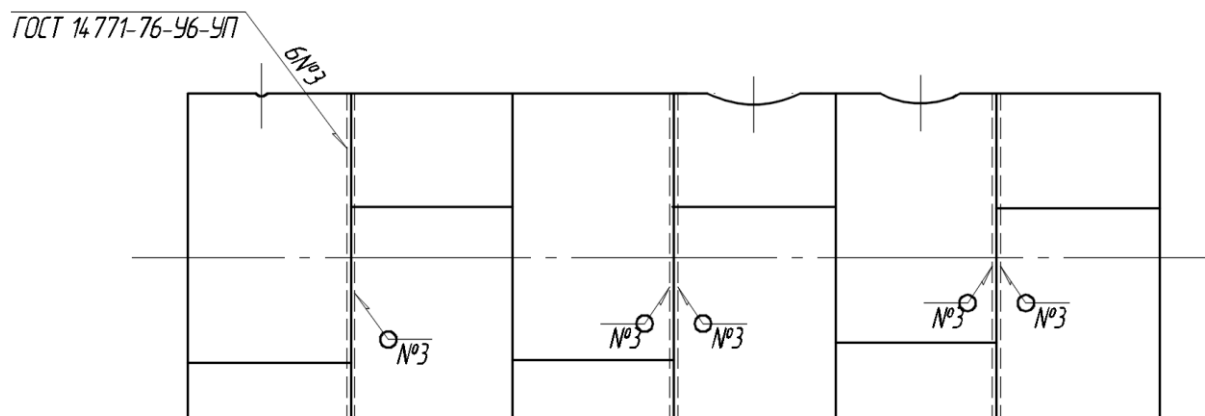


Рисунок 6 – Сварка диафрагмы жесткости

3.3.4 Сварка днища

Днища резервуара свариваются кольцевыми стыковыми швами типа С17, как показано на рисунке 7. Сварка производится на режимах, рассчитанных в п.3.3.1.

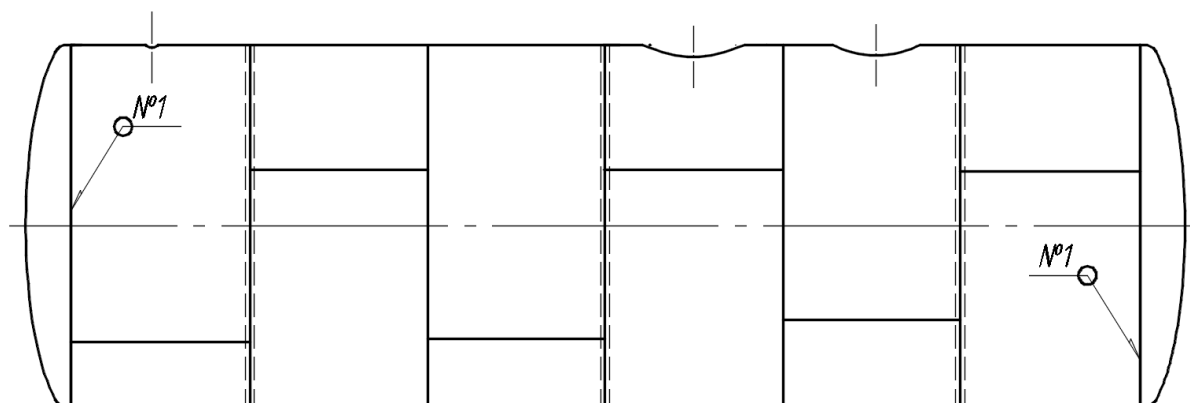


Рисунок 7 – Сварка днища

3.3.5 Сварка люка, горловины, патрубка

Для приварки люка, горловины, вентиляционного патрубка к корпусу резервуара, а также для приварки патрубков к крышке горловины выбираем тип соединения У6 согласно ГОСТ 14771–76, представленный в таблице 11.

Таблица 11 – Конструктивные элементы и размеры соединения У6 согласно ГОСТ 14771–76 [7]

Способ сварки	S, мм	b, мм	c, мм	e, мм	g, мм	α, град
УП	8	1±1	1±1	14±2	1±1	40±2

Подготовка кромок и форма сварного шва показана на рисунке 8.

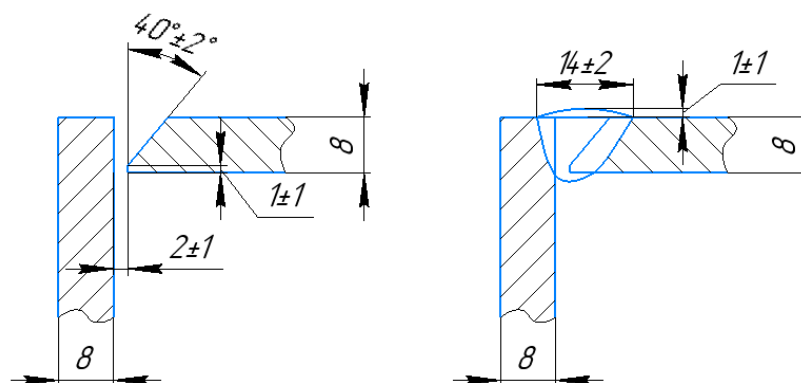


Рисунок 8 – Угловое соединение типа У6 [7]

Схема сварки люка, горловины, патрубка представлена на рисунке 9.

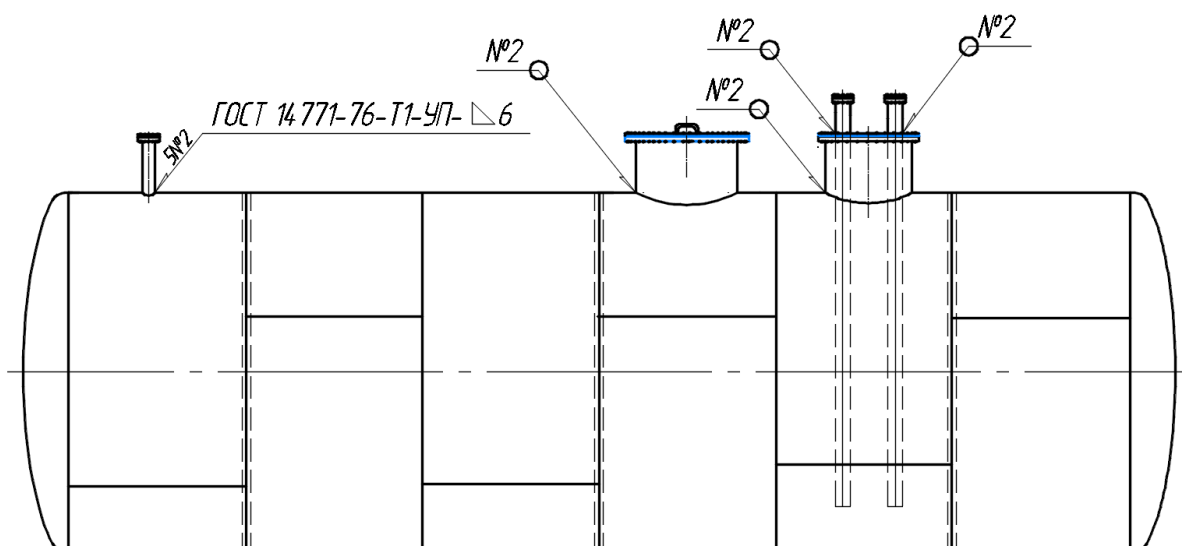


Рисунок 9 – Сварка люка, горловины, патрубка

Расчет режимов механизированной сварки для подварки корня шва

Величина силы сварочного тока, $I_{св}$ определяется по формуле:

$$I_{св} = \frac{\pi d_{эл}^2}{4} \cdot j = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 130 \approx 145 \text{ A}, \quad (3.9)$$

где: $d_{эл}$ – диаметр электродной проволоки, принимаем $d_{эл} = 1,2$ мм;

j – плотность тока, для сварки в CO_2 $j = 110 - 130$, А/мм².

Напряжение сварочной дуги, U_d определяется по формуле:

$$U_d = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{d_{эл}}} \cdot I_{св} \pm 1 = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{1,2}} \cdot 145 \approx 26 \text{ В}. \quad (3.10)$$

Скорость сварки при $d_{эл} = 1,2$, $V_{св}$ определяется по формуле:

$$V_{св} = \frac{2000 \div 5000}{I_{св}} = \frac{2000 \div 5000}{145} = 14 \div 34 \text{ м/ч.} \quad (3.11)$$

Скорость подачи электродной проволоки, $V_{пд}$ определяется по формуле:

$$V_{пд} = \frac{4\alpha_n I_{св}}{\pi d_{эл}^2 \rho} = \frac{4 \cdot 11 \cdot 145}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 7,8} \approx 180 \text{ м/ч,} \quad (3.12)$$

где: α_n – коэффициент наплавки, г/(А·ч);

ρ – удельный вес металла, для стали $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$.

Коэффициент наплавки, α_n определяется по формуле:

$$\alpha_n = \alpha_p - (1 - \psi) = 12 - (1 - 0,125) \approx 11 \text{ г/(А · ч),} \quad (3.13)$$

где: α_p – коэффициент расплавления проволоки, г/(А·ч);

ψ – коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание. При сварке в CO_2 $\psi = 0,1 - 0,15$.

Коэффициент расплавления проволоки, α_p определяется по формуле:

$$\alpha_p = 3 + 0,08 \cdot \frac{I_{св}}{d_э} = 3 + 0,08 \cdot \frac{145}{1,2} \approx 12 \text{ г/(А · ч).} \quad (3.14)$$

Погонная энергия определяется по формуле:

$$q_{п} = \frac{I_{св} \cdot U_{д} \cdot \eta_{эф}}{V_{св}} = \frac{145 \cdot 26 \cdot 0,8}{0,66} = 4569 \text{ Дж/см,} \quad (3.15)$$

где: $\eta_{эф}$ – эффективный КПД нагрева изделия дугой, для механизированной сварки в CO_2 , $\eta_{эф} = 0,8$.

Эффективная энергия определяется по формуле:

$$q_{эф} = I_{св} \cdot U_{д} \cdot \eta_{эф} = 145 \cdot 26 \cdot 0,8 = 2700 \text{ Вт.} \quad (3.16)$$

Вылет электрода L , при сварке в CO_2 принимается в пределах $10 \div 20 \text{ мм}$.

Принимаем за вылет электрода $L = 15 \text{ мм}$.

Расход защитного газа определяется из зависимости расхода защитного газа от напряжения и силы сварочного тока. При напряжении $U_{д} = 26 \text{ В}$ и

силе тока $I_{св} = 145$ А, принимаем за основной расход защитного газа на 1 м сварного шва, $q_r = 10$ л/мин.

Расчет режимов механизированной сварки для заполняющего шва

Величина силы сварочного тока, $I_{св}$ определяется по формуле:

$$I_{св} = \frac{\pi d_{эл}^2}{4} \cdot j = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} \cdot 120 \approx 241 \text{ А}, \quad (3.17)$$

где: $d_{эл}$ – диаметр электродной проволоки, определяемый из толщины металла.

При механизированной сварке в CO_2 с толщиной металла $S=8$ мм и нижнем положении сварки $d_{эл} = 1,6$ мм. Так как, применение электрода с $d_{эл} = 2$ мм и более требует дополнительного водяного охлаждения, а т.к. сварка происходит на специальных установках для сварки обечаек и днищ, то применение дополнительного водяного охлаждения является не целесообразным и трудозатратным. Принимаем $d_{эл} = 1,6$ мм;

j – плотность тока, $j = 110 - 130$, А/мм².

Напряжение сварочной дуги, U_d определяется по формуле:

$$U_d = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{d_{эл}}} \cdot I_{св} \pm 1 = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{1,6}} \cdot 241 \approx 30 \text{ В}. \quad (3.18)$$

Скорость сварки при $d_{эл} = 1,6$, $V_{св}$ определяется по формуле:

$$V_{св} = \frac{5000 \div 8000}{I_{св}} = \frac{5000 \div 8000}{241} = 21 \div 33 \text{ м/ч}. \quad (3.19)$$

Скорость подачи электродной проволоки, $V_{пд}$ определяется по формуле:

$$V_{пд} = \frac{4\alpha_n I_{св}}{\pi d_{эл}^2 \rho} = \frac{4 \cdot 14 \cdot 241}{3,14 \cdot 1,6^2 \cdot 7,8} \approx 215 \text{ м/ч}. \quad (3.20)$$

Коэффициент наплавки, α_n определяется по формуле:

$$\alpha_n = \alpha_p - (1 - \psi) = 15 - (1 - 0,125) \approx 14 \text{ г/(А} \cdot \text{ч)}. \quad (3.21)$$

Коэффициент расплавления проволоки, α_p определяется по формуле:

$$\alpha_p = 3 + 0,08 \cdot \frac{I_{св}}{d_9} = 3 + 0,08 \cdot \frac{241}{1,6} \approx 15 \text{ г/(А} \cdot \text{ч)}. \quad (3.22)$$

Погонная энергия определяется по формуле:

$$q_{\text{п}} = \frac{I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{эф}}}{V_{\text{св}}} = \frac{241 \cdot 30 \cdot 0,8}{0,75} = 7712 \text{ Дж/см} . \quad (3.23)$$

Эффективная энергия определяется по формуле:

$$q_{\text{эф}} = I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{эф}} = 241 \cdot 30 \cdot 0,8 = 5591,2 \text{ Вт} . \quad (3.24)$$

Вылет электрода L , при сварке в CO_2 принимается в пределах $10 \div 20$ мм.

Принимаем за вылет электрода $L = 15$ мм.

Расход защитного газа определяется из зависимости расхода защитного газа от напряжения и силы сварочного тока. При напряжении $U_{\text{д}} = 30$ В и силе тока $I_{\text{св}} = 241$ А, принимаем за основной расход защитного газа на 1 м сварного шва, $q_{\text{г}} = 15$ л/мин.

Режимы механизированной сварки в CO_2 представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Режимы механизированной сварки в CO_2

Номер слоя (валика)	$d_{\text{эл}}$, мм	$I_{\text{св}}$, А	$U_{\text{д}}$, В	L , мм	$V_{\text{св}}$, м/ч	$V_{\text{пл}}$, м/ч	Расход газа, л/мин
1	1,2	140-150	25-27	15-18	24	180	10-12
2	1,6	235-245	29-31	15-18	27	215	15-18

3.4 Выбор сварочного оборудования

При выборе сварочного оборудования учитывают параметры режимов сварки, характеристики, мобильность и производительность оборудования.

Исходя из принятых режимов сварки, выбираем в качестве сварочного оборудования для автоматической сварки трактор АДГ-630 с блоком управления БУ-20.

Технические характеристики сварочного трактора АДГ-630 представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Технические характеристики сварочного трактора АДГ-630

Наименование параметра	Значение параметра
Питание сети	380 В, 50 Гц, 3 фазы
Пределы регулирования сварочного тока, А	100 – 630
Диаметр проволоки, мм	1,6 – 3,0
Скорость подачи проволоки, м/ч	120 – 720
Скорость сварки, м/ч	12 – 120
Угол вертикального поворота сварочной головки вдоль продольной оси автомата, град	от + 45° до - 30°
Угол поворота сварочной головки перпендикулярно оси сварочного шва, град	±45°
Угол горизонтального поворота сварочной головки относительно вертикальной оси автомата, град	± 90°
Габаритные размеры трактора, мм	680x385x630
Масса трактора, кг	32

Сварочный автомат АДГ-630 с блоком управления используется для автоматической многослойной и однослойной сварки и наплавление слоя металла в среде защитных газов изделий из низколегированных и малоуглеродистых сталей.

Сварочный трактор АДГ-630 способен производить сварку соединений встык или в плотную с разделкой кромок и без разделки, а также угловых швов наклонной сварочной головкой, внутри и за пределами колеи автомата, и при сварке угловых стыков в «лодочку». При этом швы могут иметь форму либо прямолинейную, либо кольцевую.

В качестве источника питания принимается сварочный выпрямитель ВС-600С.

Технические характеристики сварочного выпрямителя ВС-600С представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Технические характеристики сварочного выпрямителя ВС-600С

Наименование параметра	Значение параметра
Напряжение питания, В	3х380
Номинальная частота сети, Гц	50
Диапазон регулирования сварочного тока, А	100-630
Номинальное рабочее напряжение, В	45
Напряжение холостого хода, В	65
Способ регулирования сварочного тока	ступенчатый
Габаритные размеры, мм	845х605х765
Масса, кг	280

Выпрямитель ВС-600С применяется в качестве источника питания в составе сварочных роботов, автоматов и т.п. Конструкция ВС-600С включает в себя силовой трехфазный трансформатор с входным напряжением 380 В и выпрямитель, обеспечивающий на выходе постоянный сварочный ток не более 630 А и рабочее напряжение 65 В. Электронная схема управления позволяет регулировать сварочный ток в диапазоне от 100-630 А [10].

В качестве сварочного оборудования для механизированной сварки применяем сварочный полуавтомат POWERTEC 505S от компании Lincoln Electric.

Технические характеристики сварочного полуавтомата POWERTEC 505S представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Технические характеристики сварочного полуавтомата POWERTEC 505S

Наименование параметра	Значение параметра
Тип аппарата	Трансформаторный
Основной режим работы	Полуавтоматическая сварка (MIG/MAG)
Напряжение сети, В	220/380
Диапазон сварочного тока, А	от 30 до 500
Механизм подачи проволоки	Раздельный
Защита от перегрева	есть
Класс защиты	IP23
Класс изоляции	Н
Габаритные размеры, мм	875x700x1035
Вес, кг	157

POWERTEC 505S – это источник постоянного тока с жесткой ВАХ, что является важным фактором для сварки в CO_2 .

Преимущества сварочного полуавтомата POWERTEC 505S:

- высокие характеристики дуги при сварке в среде из смеси аргона и 100% CO_2 ;
- переключатели регулировки напряжения позволяют точно контролировать мощность на дуге;
- два выхода контура индуктивности гарантируют идеальное поведение дуги;
- соответствует стандартам IEC974-1 и CE [11].

3.5 Методы борьбы со сварочными деформациями

1) Сборку конструкций по возможности осуществлять с применением сборочных приспособлений, которые обеспечивают свободное перемещение свариваемых конструкций от усадки швов. Необходимо контролировать соблюдение размеров притуплений, зазоров и соосность элементов.

2) Выполнять необходимую последовательность сварки швов, чередование слоев двухстороннего шва, строго выполнять последовательность и порядок сварки швов, указанные в типовой технологии или проекте производства сварочных работ.

3) Не допускать увеличения силы сварочного тока больше рекомендуемой для электродов применяемого типа и диаметра.

4) Для уменьшения деформации деталей необходимо их жестко закрепить перед сваркой с помощью прихваток или приспособлений.

5) Использовать предварительный обратный выгиб листовых деталей (листов корпуса резервуаров и др.) для предупреждения угловой деформации.

6) При сварке листовых резервуарных конструкций (днищ и корпусов) в первую очередь сваривать стыки между листами, а затем стыки между полосами или поясами, при обратном порядке не исключено появление трещин в местах пересечений швов, а также увеличение коробления конструкций.

Правка деформированных после сварки конструкций широко применяется на заводах и мастерских при недопустимом искажении формы и размеров конструкций. Различают три метода правки: механическую, термическую и термомеханическую.

Механическая правка основана на образовании пластических удлинений в зоне сварных соединений, вследствие чего устраняются деформации.

Термическую правку производят путем местного нагрева тех зон, усадка которых устраняет остаточные сварочные деформации. Таким образом может быть устранена серповидность листа или остаточная деформация изгиба сварного тавра.

Иногда применяют комбинированный термомеханический метод для ликвидации выпучины в тонколистовой стали [16].

3.6 План раскроя заготовок

План раскроя заготовок описывается в маршрутной технологии на заготовку деталей в п.3.7.2.

3.7 Заготовительные операции

К заготовительным операциям при производстве стальных подземных горизонтальных резервуаров РГСП относятся: правка, очистка, разметка, резка, вальцовка листового проката и снятие кромок под сварку.

Правка листового проката происходит на листопрямильных вальцах. В процессе правки листовой металл закладывается в зазор между цилиндрическими валками, расположенными в шахматном порядке. Прокат несколько раз пропускается через линию валков, в процессе чего, он многократно изгибается и в нем возникают упругопластические или пластические деформации, которые растягивают листовой прокат и устраняют его неровности.

Очистка листового проката производится дробеметным способом. Это одна из самых популярных и производительных технологий очистки листового проката. Мощность подаваемой воздушно-абразивной струи позволяет удалять различные загрязнения и покрытия, ржавчину, а также окалину, неровности, многое другое. В качестве абразива для очистки используется металлическая дробь.

После обработки дробеметным способом очистки листового проката, материал получает шероховатую, чистую поверхность.

Разметка деталей производится мелом по готовым шаблонам.

Раскрой и резка проката, а также вырезка необходимых отверстий производится установкой плазменной резки с ЧПУ.

Кромки заготовок под сварку обрабатываются на кромкострогальных, кромкофрезерных станках, кромкоскалывающих машинах.

Форма подготовки кромок должна соответствовать требованиям технической и проектной документации [9].

Кромки подготовленных под сварку элементов сосудов должны быть зачищены на ширину не менее 20 мм, а для электрошлаковой сварки - на ширину не менее 50 мм. Кромки не должны иметь следов ржавчины, окалины, масла и прочих загрязнений. Кромки должны проходить визуальный контроль для выявления пороков металла. Не допускаются расслоения, закаты, трещины, а для двухслойной стали также и отслоения коррозионно-стойкого слоя [1].

Так как толщина листового проката больше 5 мм, вальцовку требуется производить на трехвалковом вальцовочном станке, путем гибки листового проката, проведения его через валцы и контролем шаблонами различного диаметра для вальцевания листового проката.

При изготовлении заготовок под днища большого диаметра, используются специализированные линии, состоящие из гидравлического прессы для холодной штамповки и фланжировочной машины для отбортовки кромок методом раскатки.

3.7.1 Выбор оборудования для заготовки деталей

Для правки листового проката принимается листопрямильная машина UBR 25/3150 SKET. Технические характеристики данной установки приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Технические характеристики установки UBR 25/3150 SKET

Наименование параметра	Значение параметра
Максимальная ширина листов, мм	3200
Максимальная толщина листов, мм	25
Максимальный предел прочности при растяжении при максимальных размерах, кг/мм ²	34
Скорость правки, м/мин	12
Количество правильных валков	7
Количество приводимых правильных валков	5
Общий вес, кг	64200
Длина/высота/ширина, мм	9715/4840/3700

Для гибки и вальцевания заготовок обечаек цилиндрической формы принимается листогибочная машина ИБ 2222. Она позволяет изготавливать заготовки цилиндрической формы с шириной проката до 2000 мм. На выходе обечайки могут иметь замкнутый и открытый контур. Технические характеристики листогибочной машины ИБ 2222 приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Технические характеристики вальца ИБ 2222

Наименование параметра	Значение параметра
Наибольшая ширина изгибаемого листа, мм	2000
Наибольшая толщина изгибаемого листа, мм:	16
Наименьший радиус гибки, мм	240
Скорость гибки нерегулируемая, м/мин	7,5
Диаметр верхнего вала, мм	270
Привод машины	электрический
Масса машины (без механизации), кг	7200
Длина/ширина/высота, мм	4020/1490/1745

Для плазменной резки листового проката применяется портальная машина плазменной резки с ЧПУ серии Кристалл – 3,2.

Машина предназначена для высокоточного фигурного раскроя листового проката черных, цветных металлов и их сплавов методом плазменной или кислородной газопламенной резки. Технические характеристики машины Кристалл 3,2 представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Технические характеристики машины Кристалл – 3,2

Наименование параметра	Значение параметра
Максимальная толщина разрезаемого листа, мм	90
Максимальная ширина разрезаемого листа, мм	3200
Скорость резки, м/мин	4
Формат управляющей программы	Код ISO, формат кадра ESSI
Геометрическая точность при прочерчивании по ГОСТ 5614-74	Выше 1 класса точности
Длина/ширина/высота, мм	10000/3700/1200

Учитывая габариты данной конструкции, диаметр эллиптических днищ и толщину стенки конструкции, используется комплекс оборудования для штамповки и отбортовки днищ.

Для холодной штамповки применяется гидравлический пресс SAHINLER DEP 200x4000 с манипулятором. Технические характеристики прессы SAHINLER DEP 200x4000 представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Технические характеристики гидравлического прессы SAHINLER DEP 200x4000 с манипулятором

Наименование параметра	Значение параметра
Мощность прессы, кН	2000
Максимальное давление, Бар	255
Ход, мм	500
Рабочая скорость, м/мин	8
Мощность двигателя, кВт	11
Габаритные размеры, мм	6500x10000x3350

Отбортовка кромок производится методом холодного фланжирования (раскатки), с помощью фланжировочной машины Sahinler FM12. Технические характеристики данной машины представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Технические характеристики машины Sahinler FM12

Наименование параметра	Значение параметра
Максимальный диаметр заготовки, мм	4000
Максимальная толщина листа, мм	12
Мощность главного привода, кВт	37
Мощность вспомогательного двигателя, кВт	7,5
Длина/ширина/высота, мм	4850/1600/3200

Для подготовки кромок листового проката под сварку применяется кромкоскалывающая машина МКС-21У, технические характеристики которой представлены в таблице 21.

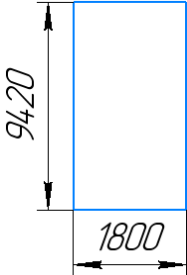
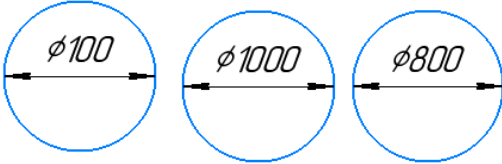
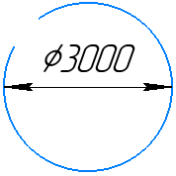
Таблица 21 – Технические характеристики машины МКС – 21 У

Наименование параметра	Значение параметра
Напряжение питающей сети, В	380
Скорость вращения скалывающего инструмента на холостом ходу, об/мин	8,5
Скорость скалывания кромки с углом 30°, м/мин	2,0
Углы скоса кромки, °	22,5; 30; 37,5; 45; 55
Диапазон толщин обрабатываемых листов, мм	6,3 ... 38
Масса, кг	240
Габаритные размеры, мм	920x730x1430

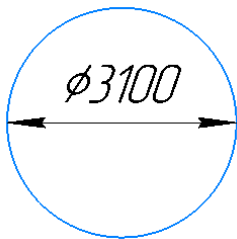
3.7.2 Маршрутная технология заготовки деталей

Маршрутная технология заготовки деталей резервуара описана в таблице 22.

Таблица 22 - Маршрутная технология заготовки деталей

№	Наименование операции	Эскиз заготовки	Материал	Оборудование	Количество
1	2	3	4	5	6
Заготовка обечаек					
1	Правка листового проката		Ст3сп	Листоправильная установка UBR 25/3150 SKET	6
2	Разметка заготовок			Power Panel 400	6
3	Вырезка заготовок			Портальный плазморез Кристалл – 3,2	6
4	Вырезка отверстий				3
5	Вальцовка заготовок			Листогибочная машина ИБ 2222	6
6	Сдать ОТК. Отправка на сборку и сварку				6

Окончание таблицы 22

№	Наименование операции	Эскиз заготовки	Материал	Оборудование	Количество
1	2	3	4	5	6
Заготовка эллиптических днищ					
1	Правка листового проката		Ст3сп	Листопрямляющая установка Wildau UBR 32x2500-7/16	2
2	Разметка заготовок по шаблону днищ			Power Panel 400	2
3	Вырезка заготовок			Портальный плазморез Кристалл – 3,2	2
4	Штамповка заготовок			Гидравлический пресс SAHINLER DEP 200x4000	2
5	Отбортовка заготовок согласно шаблону			Фланжировочная машина Sahinler FM12	2
6	Сдать ОТК. Оправка на сборку и сварку				2

3.8 Технология сборки и сварки конструкции

Сборочно-сварочные операции при изготовлении стального резервуара 75 м³ делятся на: сварку продольных и кольцевых швов обечаек, приварку диафрагм жесткости, приварку люка, горловины к обечайке, приварка патрубков к крышке люка.

Первым этапом сборочно-сварочных операций является изготовление корпуса резервуара, состоящего из 6 обечаек.

Для сварки продольных швов вальцованный лист обечайки укладывают на специальную установку для сварки продольных швов цилиндрических изделий, которая позволяет составить стык, выставляется требуемый зазор с помощью винтовых стяжек и полуструбниц. Стяжки и полуструбницы размещаются по всей длине обечайки с шагом 150 – 300 мм между ними. Далее производится визуально измерительный контроль и автоматическая сварка в среде защитных газов стыка.

После того как все 6 обечаек изготовлены, происходит сложение всех 6 обечаек путем постепенного набора на роликовом стенде для сварки кольцевых швов цилиндрических изделий. После чего выставляется требуемый зазор согласно ГОСТ 14771–76 [7] и выполняются прихватки через каждые 150 – 300 мм длиной 20мм каждая по всей длине кольцевого шва. Далее производится визуально измерительный контроль и автоматическая сварка в среде защитных газов всех стыков.

После того, как все 6 обечаек будут собраны в одну сборочную единицу, производят приварку диафрагм жесткости на этой же установке. Выставляется требуемый зазор, выполняются прихватки каждые 150 – 300 мм длиной по 20 мм. Производится визуально измерительный контроль и автоматическая сварка в защитных газах.

После приварки диафрагм жесткости, обечайку передают на установку для вваривания днищ. Вваривание днищ происходит на специальной установке для сварки двух кольцевых швов. Выставляют требуемый зазор

согласно ГОСТ 14771–76 [7] и выполняются прихватки через каждые 150 - 300 мм длиной 20 мм каждая по всей длине. Далее производится визуально измерительный контроль и автоматическая сварка в среде защитных газов.

Далее устанавливаются люк, горловина и вентиляционный патрубок на ранее вырезанные отверстия, выполняются прихватки через каждые 30 – 40 мм, после чего производят механизированную сварку в среде защитных газов.

Далее устанавливаются крышки на люк и горловину резервуара. На установленную крышку горловины привариваются патрубок замерного люка, патрубок слива и заливной патрубок механизированной сваркой в среде защитных газов.

Далее устанавливаются крышки на оставшиеся патрубки. Крышки люка, горловины и патрубков закрепляются болтовыми соединениями.

Заключительным этапом изготовления резервуара является наружное покрытие конструкции кордоном.

3.8.1 Маршрутная технология сборки и сварки

Маршрутная технология сборки и сварки изделия состоит из:

- сборки и сварки обечайки;
- сборки и сварки корпуса резервуара и приварки диафрагм жесткости;
- приварки днищ;
- приварки люка, горловины, патрубка;
- приварки патрубков на крышку горловины.

Маршрутная технология сборки и сварки изделия подробно описана в приложении А.

3.9 Контроль качества сварных соединений

Контроль качества сварных соединений выполняется согласно ГОСТ 34347–2017 [13].

Контроль качества выполняется визуально измерительным и ультразвуковым контролем в объеме 100 % на протяжении всех сборочно – сварочных операций.

Согласно ГОСТ 34347–2017 [13], в сварных соединениях не допускаются следующие поверхностные дефекты:

- трещины всех видов и направлений;
- свищи;
- подрезы;
- наплывы, прожоги и незаплавленные кратеры;
- смещение и совместный увод кромок свариваемых элементов свыше норм, предусмотренных настоящим стандартом;
- несоответствие формы и размеров швов требованиям стандартов, технических условий* или проектной документации;
- поры, выходящие за пределы норм;
- чешуйчатость поверхности и глубина впадин между валиками шва, превышающие допуск на усиление шва по высоте.

Допускаются местные подрезы в сосудах 3, 4 и 5-й групп, предназначенных для работы при температуре выше 0°C. При этом их глубина не должна превышать 5% толщины стенки, но не более 0,5 мм, а протяженность - 10% длины шва.

В сварных соединениях не допускаются следующие внутренние дефекты:

- трещины всех видов и направлений, в том числе микротрещины, выявленные при металлографическом исследовании;
- свищи;

- смещение основного и плакирующего слоев в сварных соединениях двухслойных сталей выше норм, предусмотренных настоящим стандартом;
- непровары (несплавления), расположенные в сечении сварного соединения;
- поры, шлаковые и вольфрамовые включения, выходящие за пределы норм, установленных допустимым классом дефектности сварного соединения [1].

Визуальный контроль и измерение сварных швов необходимо проводить в соответствии с ГОСТ Р ИСО 17637-2014 [15] после очистки швов и прилегающих к ним поверхностей основного металла от шлака, брызг и других загрязнений.

Обязательному визуальному и измерительному контролю подлежат все сварные швы для выявления дефектов, выходящих на поверхность шва и не допустимых в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

Визуальный и измерительный контроль необходимо проводить в доступных местах с двух сторон по всей протяженности шва.

Для выявления внутренних дефектов сварных соединений необходимо применять методы неразрушающего контроля, в которых используют проникающие физические поля: радиографический, ультразвуковой.

Ультразвуковой контроль сварных соединений следует проводить в соответствии с ГОСТ Р 55724–2013 [14].

При проведении ультразвукового контроля применяются ультразвуковые дефектоскопы с пьезоэлектрическими преобразователями и образцы для настройки дефектоскопа. Дефектоскопы должны быть аттестованы и проверены в установленном порядке.

При проведении ультразвукового контроля, преобразователь перемещают в пределах околошовной зоны подлежащей контролю. Поверхность сварных соединений, подлежащих контролю, маркируют и зачищают от шлака, брызг и различных загрязнений.

Для проведения ультразвукового неразрушающего контроля применяется дефектоскоп УД3701.

Дефектоскоп УД3701 предназначен для контроля качества сварных соединений, поиска внутренних дефектов, определения координат и оценки параметров дефектов типа нарушений сплошности однородности материала.

К особенностям данного дефектоскопа относят:

- диапазон частот с плавной регулировкой от 0.2 до 10MHz;
- два независимо управляемых входа (А и Б);
- автоматическое или ручное построение кривой ВРЧ (32 точки);
- два вида представления сигналов: детектированный и радио;
- построение и обработка в дефектоскопе А, В разверток;
- режимы: огибающей, заморозки и отображения хода луча;
- память результатов и настроек, соединение с компьютером;
- дальнейшая обработка результатов с использованием специальной компьютерной программы [12].

Технические характеристики ультразвукового дефектоскопа УД3701 приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Технические характеристики дефектоскопа УД3701

Наименование параметра	Значение параметра
Развертка	мин.: 0 - 6 мкс макс.: 0 - 1000 мкс с шагом 25 нс
Задержка	от 0 мкс до 1000 мкс с шагом 25 нс
Максимальная толщина контролируемого материала	до 6000 мм (эхо-режим) для стали
Диапазон скоростей	1000 - 9999 м/с
Задержка в призме	0 - 100 мкс с шагом 25 нс
Частота повторений ЗИ	автоматически регулируемая от 10 до 100Гц
Аналоговый усилитель	широкополосный 0.4-20 МГц (-6 дБ)
Зоны контроля	две независимых зоны, начало и ширина изменяются во всем диапазоне развертки, уровни порогов задаются от 0 до 100% высоты экрана, индивидуальная логика определения дефектов

После проведения визуально измерительного и ультразвукового контроля производят контроль на герметичность.

Для проведения контроля герметичности резервуара применяются гидравлические испытания водой согласно ГОСТ 34347-2017 [13].

3.9.1 Методы исправления дефектов сварных швов

Методы исправления дефектов сварных швов указаны в таблице 24.

Таблица 24 – Методы исправления дефектов сварных швов

Дефект	Метод исправления
Отклонение по ширине и высоте швов, катету, перетяжки швов	Устраняется срубанием излишков металла, зачисткой швов, подваркой узких мест шва
Подрезы зоны сплавления	Зачистка места подреза, подварка шва.
Пора в сварном шве	Выстрогать скопление пор, зачистить, подварить. Уплотнить проковкой в процессе сварки при температуре светло-красного цвета шва.
Свищи	Удалить рубкой или строжкой, зачистить, подварить.
Непровар	Полностью удаляют (вырубают или выстрагивают, зачищают и подваривают)
Наплыв на сварном соединении	Наплыв подрубить, удалить, непровар подварить.
Шлаковые включения	Удаляют, зачищают, подваривают.
Трещины	Полностью удалить, зачистить, подварить.
Прожег	Удалить (вырубить или выстрогать), подварить
Кратер	Зачистить, подварить.
Брызги металла	Зачистка поверхности.
Перегрев металла	Термообработка
Пережог металла	Пережженный металл необходимо полностью вырезать и заварить это место заново.

4 Результаты разработки

Целью данной выпускной квалификационной работы является совершенствование существующей на предприятии технологии сварки стального резервуара для АЗС объемом 75 м³ путем частичной замены механизированной сварки в среде защитных газов на автоматическую в среде защитных газов.

В расчетно-аналитической части работы был проведен анализ конструкции, произведен выбор основных и сварочных материалов и их входной контроль. Также проанализирован заводской вариант изготовления данной конструкции и выбрано направление совершенствования данного варианта путем частичной замены механизированной сварки на автоматическую сварку в среде защитных газов сварки.

В ходе выполнения ВКР были описаны заготовительные операции и технология сборки конструкции. Выбрано и обосновано оборудование для заготовительных и сварочных операций и сборочно-сварочные приспособления, а также разработаны технологические карты сварных узлов и маршрутные технологии заготовки, сборки и сварки конструкции. Выбраны и описаны методы контроля качества, а также методы исправления дефектов сварных швов.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе необходимо определить экономическую целесообразность сборки и сварки стального резервуара для АЗС объемом 75 м³.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов технического проектирования;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения исследования;
- провести расчет норм времени на сварку;
- рассчитать смету проекта.

5.1 Потенциальные потребители результатов разработки технологии

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка технологии сборки и сварки стального резервуара для АЗС объемом 75 м³» выполняется для предприятий, изготавливающих резервуарное оборудование, емкостные аппараты и другие подобных сооружения.

Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники предприятия. Суть работы заключается в замене текущей технологии сварки резервуара (механизированная сварка в среде защитных газов) на более производительный способ автоматической сварки в среде защитных газов.

Горизонтальные резервуары РГС применяются для технического оснащения нефтехранилищ, нефтебаз, на предприятиях нефтедобычи, нефтепереработки и других промышленных объектах. Они используются не только для хранения различных видов жидкостей, но и для измерения объема и выдачи хранимой среды. В зависимости от типа внутреннего покрытия в них могут храниться светлые и темные нефтепродукты, различные ГСМ, топливо,

химические растворы, а также пищевые продукты и вода; они также могут выполнять функцию пожарных резервуаров.

Сегментируем рынок потребления продукции в зависимости от отрасли, размера компании. Карта представлена в таблице 25.

Таблица 25 – Карта сегментирования по отраслям промышленности

Параметр		Отрасль			
		Нефтяная	Транспортная	Химическая	Пищевая
Размер компании	Крупные				
	Средние				
	Мелкие				
Уровень потребления продукции	Высокий				
	Средний				
	Низкий				

Из таблицы видно, что основными сегментами являются крупные и средние компании нефтяной и строительных отраслей с высоким и средним уровнем использования на территории своих объектов. Следовательно, эти компании являются наиболее заинтересованными в результатах исследования.

5.2 Планирование проекта

5.2.1 План проекта

При создании нового технологического процесса необходимо правильно планировать сроки выполнения отдельных этапов работ, учитывать расходы на материалы, заработную плату. А также оценивать наиболее правильный вариант разработки процесса.

В первую очередь определяется полный перечень проводимых работ, а также продолжительность на каждом этапе. В результате планирования формируется график реализации проекта. Для построения работ необходимо соотнести соответствующие работы каждому исполнителю.

Произведено распределение исполнителей по видам работ. Полученные данные приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	- Составление и утверждение темы ВКР; - Составление и утверждение технического задания; - Составление календарного плана-графика выполнения ВКР.	Научный руководитель, студент
	2	Подбор и изучение литературы по теме ВКР.	Студент
Основной этап	3	Выполнение технологической части работы: - выбор марки стали; - оценка свариваемости стали; - выбор способа сварки; - подбор сварочного оборудования и материалов; - расчет параметров режима сварки; - разработка технологии изготовления резервуара.	Студент
	4	Проверка выполненной технологической части с научным руководителем.	Научный руководитель, Студент
	5	Отрисовка чертежей резервуара.	Студент
	6	Проверка чертежей с научным руководителем.	Научный руководитель, Студент
Заключительный этап	7	Выполнение других разделов: - Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; - Социальная ответственность.	Студент
	8	Подведение итогов, оформление пояснительной записки по стандарту и составление презентации.	Студент
	9	Подготовка к защите ВКР.	Студент

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика

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

На основе таблицы 27 рассчитаем временные показатели проведения работ.

Таблица 27 – Временные показатели проведения технического проектирования

Название работы	Исполнители	Трудоемкость работ			Длительность работы в рабочих днях, Т _р
		t _{min} , чел-дни	t _{max} , чел-дни	t _{ож} , чел-дни	
<ul style="list-style-type: none"> - Составление и утверждение темы ВКР; - Составление и утверждение технического задания; - Составление календарного плана-графика выполнения ВКР. 	Научный руководитель	1	1	1	1
	Студент	1	1	1	1
Подбор и изучение литературы по теме ВКР.	Студент	10	15	12	12
Выполнение технологической части работы: <ul style="list-style-type: none"> - выбор марки стали; - оценка свариваемости стали; - выбор способа сварки; - подбор сварочного оборудования и материалов; - расчет параметров режима сварки; - разработка технологии изготовления резервуара. 	Студент	25	30	27	27
Проверка выполненной технологической части с научным руководителем.	Научный руководитель	2	3	2,4	2,4
	Студент	2	3	2,4	2,4
Отрисовка чертежей резервуара.	Студент	20	23	21,2	21,2
Проверка чертежей с научным руководителем.	Научный руководитель	2	3	2,4	2,4
	Студент	2	3	2,4	2,4

Окончание таблицы 27

Название работы	Исполнители	Трудоемкость работ			Длительность работы в рабочих днях, T_{pi}
		t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни	
Выполнение других разделов: - Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; - Социальная ответственность.	Студент	12	15	13,2	13,2
Подведение итогов, оформление пояснительной записки по стандарту и составление презентации.	Студент	10	15	12	12
Подготовка к защите ВКР.	Студент	2	3	2,4	2,4
	Научный руководитель	2	3	2,4	2,4

На основании таблицы 27 строим календарный план-график, который отражает длительность исполнения работ в рамках проектной деятельности. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках ВКР с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени ВКР. Календарный план-график представлен в виде таблицы 28.

Таблица 28 – Календарный план-график проведения работ

№ работ	Вид работ	Исполнители	Кол-во дней, Т _р	Продолжительность выполнения работы, календарные дни														
				Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	- Составление и утверждение темы ВКР; - Составление и утверждение технического задания; - Составление календарного плана-графика выполнения ВКР.	Научный руководитель	1	■														
		Студент	1	◻														
2	Подбор и изучение литературы по теме ВКР.	Студент	12	▬														
3	Выполнение технологической части работы.	Студент	27			▬												
4	Проверка выполненной технологической части с научным руководителем.	Научный руководитель	1						■									
		Студент	2,4						▬									
5	Отрисовка чертежей резервуара	Студент	21,2							▬								
6	Проверка чертежей с научным руководителем.	Научный руководитель	2										■					
		Студент	2,4										▬					
7	Выполнение других разделов.	Студент	13,2										▬					
8	Подведение итогов, оформление пояснительной записки по стандарту и составление презентации.	Студент	12												▬			
9	Подготовка к защите ВКР.	Студент	2,4														◻	
		Научный руководитель	2,4														■	

5.3 Расчет норм времени на сварку

Техническое нормирование производится в целях установления необходимых затрат времени на выполнение заданной работы в определенных организационно-технических условиях при полном и эффективном использовании средств на производстве и с учетом опыта передовых рабочих.

Нормирование механизированной и автоматической сварки в среде углекислого газа проводим по методике, изложенной в [18]. Рассчитаем основное время для каждого типа соединения:

Основные сварочные параметры, используемые в расчетах, представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Основные сварочные параметры

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые способы	
	Механизированная сварка в защитном газе (МЗ)	Автоматическая сварка в защитном газе (АЗ)
F_n - площадь наплавленного металла, мм ²	37	37
Диаметр проволоки, мм	1,2-1,6	1,6
Сила тока, А	145-241	261
Напряжение, В	26-30	33
Расход газа, л/мин	10-15	16
Скорость сварки, м/ч		
I проход	24	25
II проход	27	-
Скорость подачи эл-ной проволоки, м/ч	180-215	249
Коэффициент наплавки, г/А*ч	14	15
Суммарная длина сварных швов, м	80	80

Основное время для каждого способа сварки рассчитано в таблице 30.

Таблица 30 – Определение основного времени на сварку

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые способы	
	МЗ	АЗ
F_n - площадь наплавленного металла, мм ²	37	37
Скорость сварки, м/ч		
I проход	24	25
II проход	27	-

Расчет основного времени на сварку для МЗ производится по формуле:

$$t_0 = \sum \frac{60}{V_{св}}, \quad (4.1)$$

где $V_{св}$ - скорость сварки шва для данного типоразмера, м/ч.

Подставляем значения в формулу (4.1) и получаем:

$$t_0 = 60 \cdot \left(\frac{1}{24} + \frac{1}{27} \right) = 4,7 \text{ мин.}$$

Определение основного времени для АЗ производится по формуле (4.1) и получаем:

$$t_0 = \frac{60}{25} = 2,4 \text{ мин.}$$

Разница во времени основной сварки между МЗ и АЗ, составляет 2,3 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 49 %.

Необходимые значения времени, для расчета $t_{в.ш.}$, $t_{в.и.}$ и $k_{об}$ для МЗ и АЗ получены из [18].

Разница во вспомогательном времени сварки между МЗ и АЗ, представленное в таблице 31, составляет 1,45 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 51 %.

Таблица 31 – Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

Параметр	МЗ	АЗ
Элементы работы	Время на 1 м/мин	Время на 1 м/мин
Зачистка свариваемых кромок от налета и ржавчины перед сваркой	0,3	0,3
Зачистка сварного шва от окисных пленок	0,3	0,3
Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла	0,7	0,1
Осмотр и промер шва	0,37	0,37
Удаление остатка проволоки из головки полуавтомата. Смена кассет. Подача проволоки в головку полуавтомата	0,1	0,1
Подтягивание проводов	0,25	0,25
Зачистка шва от шлака после выполнения каждого прохода	0,6	-
Возврат сварщика в исходное положение	0,15	-
Откусывание огарков проволоки	0,1	-
Итого	2,87	1,42

Разница во вспомогательном времени, связанном с изделием и работой оборудования между МЗ и АЗ отсутствует, это видно из таблицы 32.

Таблица 32 – Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования

Параметр	МЗ	АЗ
Элементы работы	Время, мин	Время, мин
Установка полуавтомата в начале шва, возврат, отключение	2,7	2,7
Установка, снятие и транспортировка изделия	3	3
Закрепление, открепление	0,5	0,5
Перемещения сварщика в исходное положение	-	-
Клеймение шва	0,21	0,21
Итого	6,41	6,41

Разница в подготовительно-заключительном времени между МЗ и АФ отсутствует, это видно из таблицы 33.

Таблица 33 – Подготовительно-заключительное время, связанное с наладкой и переналадкой оборудования

Параметр	МЗ	АЗ
Элементы работы	Время, мин	Время, мин
Получение производственного задания, документации, указаний и инструктажа мастера, получение инструмента	4	4
Ознакомление с работой	3	3
Подготовка к работе баллона с газом, подключение (отключение) и продувка шлангов	4	4
Установка, настройка и проверка режимов сварки	3	3
Подготовка рабочего места и приспособлений к работе	4	4
Сдача работы	2	2
Итого	20	20

Определение штучного времени сварки представлено в таблице 34.

Таблица 34 – Штучное время

Параметр	МЗ	АЗ
Элементы работы	Время, мин	Время, мин
t_0 – основное время на сварку, мин/м	4,7	2,4
$t_{в.ш.}$ - вспомогательное время, связанное со свариваемым швом на 1 пог.м шва в мин	2,87	1,42
l – длина швов, м	80	80
$t_{в.и.}$ – вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования	6,41	6,41
$k_{об}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности	1,12	1,15

Определение штучного времени сварки производится по формуле:

$$T_{шт} = [(t_0 + t_{в.ш.}) \cdot l + t_{в.и.}] \cdot K_{об}, \quad (4.2)$$

где t_0 - основное время на сварку одного погонного метра шва, мин/м;

$t_{в.ш.}$ - вспомогательное время, зависящее от длины шва, в расчете на погонный метр, мин/м;

l - протяженность сварочного шва данного типоразмера, м;

$t_{в.и.}$ - вспомогательное время, зависящее от свариваемого изделия и типа сварочного оборудования, мин/изделие;

$k_{об}$ - коэффициент, учитывающий время обслуживания рабочего места и время на отдых и личные надобности (на автоматическую сварку – 1,15; на полуавтоматическую – 1,12; на ручную – 1,10);

Подставляем значения в формулу (4.2) и получаем для МЗ:

$$T_{шт} = [(4,7 + 2,87) \cdot 80 + 6,41] \cdot 1,12 = 686 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (4.2) и получаем для АЗ:

$$T_{шт1} = [(2,4 + 1,42) \cdot 80 + 6,41] \cdot 1,15 = 359 \text{ мин.}$$

Разница в штучном времени сварки между МЗ и АЗ, составляет 327 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 48 %.

Количество сваренных деталей на рабочую смену представлено в таблице 35.

Таблица 35 – Количество сваренных деталей на рабочую смену

Параметр	МЗ	АЗ
$T_{см}$ – продолжительность одной рабочей смены	8	8
$T_{шт}$ – штучное время	686	359

Определение размера партии производится по формуле:

$$n = \frac{T_{см} \cdot 60}{T_{шт}}, \quad (4.3)$$

где $T_{см}$ - продолжительность одной рабочей смены, ч;

$T_{шт}$ – штучное время, мин.

Подставляем значения в формулу (4.3) и получаем для МЗ:

$$n = \frac{8 \cdot 60}{686} \approx 0,7 \text{ шт/см.}$$

Подставляем значения в формулу (4.3) и получаем для АЗ:

$$n = \frac{8 \cdot 60}{359} \approx 1,3 \text{ шт/см.}$$

Разница в размере партии между МЗ и АЗ, составляет 0,5 шт/см, что в процентном соотношении дает увеличение количества на 38 %.

Разницу в штучно-калькуляционном времени показывает таблица 36.

Таблица 36 – Штучно-калькуляционное время

Параметр	МЗ	АЗ
$T_{шт}$ – штучное время	686	359
$t_{п.з.}$ – подготовительно заключительное время	20	20
n – размер партии	0,7	1,3

Для дуговой сварки в условиях серийного производства норма времени рассчитывается по формуле:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{n}, \quad (4.4)$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин;

$t_{п.з.}$ – подготовительно заключительное время;

n – размер партии.

Подставляем значения в формулу (4.4) и получаем для МЗ:

$$T_{шк} = 686 + \frac{20}{0,7} = 715 \text{ мин}$$

Подставляем значения в формулу (4.4) и получаем для АЗ:

$$T_{шк} = 359 + \frac{20}{1,3} = 375 \text{ мин}$$

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между МЗ и АЗ, составляет 340 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 48 %.

Определение массы наплавленного металла шва производится по формуле:

$$G_n = F \cdot l \cdot \gamma, \quad (4.5)$$

где F – площадь наплавленного металла, мм^2 ;

l – длина шва, м;

γ – плотность наплавляемого металла.

Подставляем значения в формулу (4.5) и получаем для МЗ:

$$G_n = 37 \cdot 80 \cdot 7,8 = 23,1 \text{ кг}.$$

Подставляем значения в формулу (4.5) и получаем для АЗ:

$$G_n = 37 \cdot 80 \cdot 7,8 = 23,1 \text{ кг}.$$

Разница в массе наплавленного металла шва показана в таблице 37.

Таблица 37 – Масса наплавленного металла шва

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые способы	
	МЗ	АЗ
F_n - площадь наплавленного металла, мм^2	37	37
γ - плотность наплавляемого металла	7,8	7,8
Суммарная длина сварных швов, м	80	80

Разница в массе наплавленного металла между МЗ и АФ отсутствует.

5.4 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

Рассматривается возможность изготовления сварного изделия с использованием альтернативных способов и средств сварки, которыми располагает предприятие и когда необходимо выбрать лучший процесс. В подобной ситуации выбор лучшего решения должен осуществляться на основе текущих затрат. При их определении во внимание следует принимать лишь релевантные затраты, то есть такие, которые будут различаться в сравниваемых вариантах и которые могут повлиять на выбор лучшего варианта.

Текущие затраты на сварочные работы состоят из следующих пунктов:

- сварочные материалы;
- защитный газ;
- основная зарплата;
- социальные цели;
- электроэнергия;
- ремонт оборудования.

5.4.1 Затраты на сварочные материалы

Разница в затратах на сварочные материалы представлена в таблице 38.

Таблица 38 – Затраты на сварочные материалы

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	МЗ	АЗ
$g_{нм}$ – масса наплавленного металла, кг/изд	23,1	23,1
k_n – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла	1,08	1,08
$\Pi_{см}$ – цена электродной проволоки, руб/кг Св-08Г2С	215	215

Определение затрат на сварочные материалы производится по формуле:

$$C_{см} = g_{нм} \cdot k_n \cdot \Pi_{см} , \quad (4.6)$$

где $g_{нм}$ – масса наплавленного металла, кг/изд;

k_n – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла;

$\Pi_{см}$ – цена электродов/ электродной проволоки, руб/кг.

Подставляем значения в формулу (4.6) и получаем для МЗ:

$$C_{см} = 23,1 \cdot 1,08 \cdot 215 = 5364 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (4.6) и получаем для АЗ:

$$C_{см} = 23,1 \cdot 1,08 \cdot 215 = 5364 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на сварочные материалы между МЗ и АЗ отсутствует.

5.4.2 Затраты на защитный газ

Затраты на защитный газ представлены в таблице 39.

Таблица 39 – Затраты на защитный газ

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	МЗ	АЗ
$g_{газ}$ - норма расхода газа, л/мин	15	16
t_0 - основное время на сварку, мин/м	4,7	2,4
l - длина сварного шва, м/издел	80	80
$\Pi_{газ}$ - цена за единицу газа руб/л	0,36	0,36

Определение затрат на защитный газ производится по формуле:

$$C_{газ} = g_{газ} \cdot t_0 \cdot l \cdot \Pi_{газ}, \quad (4.7)$$

где $g_{газ}$ - норма расхода газа, л/мин;

t_0 - основное время на сварку, мин/м;

l - длина сварного шва, м/издел;

$\Pi_{газ}$ - цена за единицу газа руб/л.

Подставляем значения в формулу (4.7) и получаем для МЗ:

$$C_{газ} = 15 \cdot 4,7 \cdot 80 \cdot 0,36 = 2030 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (4.7) и получаем для АЗ:

$$C_{газ} = 16 \cdot 2,4 \cdot 80 \cdot 0,36 = 1106 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на защитный газ между МЗ и АЗ, составляет 924 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 46 %.

5.4.3 Затраты на заработанную плату рабочих

Затраты на заработанную плату рабочих представлены в таблице 40.

Таблица 40 – Затраты на заработанную плату рабочих

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	МЗ	АФ
$C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий	40000	40000
$F_{мр}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц	172	172
$t_{шк}$ – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	715	375

Определение затрат на заработанную плату рабочих производится по формуле:

$$C_з = \frac{C_{мз} \cdot t_{шк}}{F_{мр} \cdot 60}, \quad (4.8)$$

где $C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий;

$F_{мр}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц;

$t_{шк}$ – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд.

Подставляем значения в формулу (4.8) и получаем для МЗ:

$$C_з = \frac{40000 \cdot 715}{172 \cdot 60} = 2771 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (4.8) и получаем для АЗ:

$$C_з = \frac{40000 \cdot 375}{172 \cdot 60} = 1453 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на заработанную плату рабочих между сравниваемыми способами МЗ и АЗ, составляет 1318 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 48 %.

5.4.4 Затраты на отчисления на социальные цели

Затраты на социальные цели представлены в таблице 41.

Таблица 41– Отчисления на социальные цели

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	МЗ	АФ
$k_{отч}$ – процент отчислений на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы	30,2 %	30,2 %
C_3 – Затраты на заработанную плату рабочих	2771	1453

Определение затрат на отчисления на социальные цели производится по формуле:

$$C_{отч} = \frac{k_{отч} \cdot C_3}{100}, \quad (4.9)$$

где $k_{отч}$ – процент отчислений на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы;

C_3 – затраты на заработанную плату рабочих.

Подставляем значения в формулу (4.9) и получаем для МЗ:

$$C_{отч} = \frac{30,2 \cdot 2771}{100} = 837 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (4.9) и получаем для АЗ:

$$C_{отч} = \frac{30,2 \cdot 1453}{100} = 439 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на отчисления на социальные цели между сравниваемыми способами МЗ и АЗ, составляет 398 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 48 %.

5.4.5 Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию представлены в таблице 42.

Таблица 42 – Затраты на электроэнергию

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	МЗ	АЗ
U – напряжение, В	30	33
I – сила тока, А	241	261
t_o – основное время сварки, мин/м	4,7	2,4
l – длина сварного шва, м/изд	80	80
η – коэффициент полезного действия источника питания	0,85	0,90
$\Pi_{эл}$ – стоимость 1 кВт-ч электроэнергии, руб	5,38	5,38

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_{эм} = \frac{U \cdot I \cdot t_o \cdot l}{60 \cdot \eta \cdot 1000} \cdot \Pi_{эл}, \quad (4.10)$$

где U – напряжение, В;

I – сила тока, А;

t_o – основное время сварки, мин/м;

l – длина сварного шва, м/изд;

η – коэффициент полезного действия источника питания;

$\Pi_{эл}$ – стоимость 1 кВт-ч электроэнергии, руб.

Подставляем значения в формулу (4.10) и получаем для МЗ:

$$C_{эм} = \frac{30 \cdot 241 \cdot 4,7 \cdot 80}{60 \cdot 0,85 \cdot 1000} \cdot 5,38 = 288 \text{ руб/изд.}$$

Подставляем значения в формулу (4.10) и получаем для АЗ:

$$C_{эм} = \frac{33 \cdot 261 \cdot 2,4 \cdot 80}{60 \cdot 0,90 \cdot 1000} \cdot 5,38 = 165 \text{ руб/изд.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между МЗ и АЗ, составляет 123 руб, что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 43 %.

5.4.6 Затраты на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования представлены в таблице 43.

Таблица 43 – Затраты на ремонт оборудования

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	МЗ	АЗ
Ц _j – цена оборудования, руб:		
Сварочный полуавтомат POWERTEC 505S	202067	-
Сварочный трактор АДГ-630	-	373778
Сварочный выпрямитель ВС-600С	-	124558
k _{рем} – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт	0,25	0,25
t _{шк} – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	715	375
F _{ГО} – годовой фонд времени работы оборудования, ч	2000	2000
k _з – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования	0,8	0,8

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_j \cdot k_{\text{рем}} \cdot t_{\text{шк}}}{F_{\text{ГО}} \cdot k_3 \cdot 60}, \quad (4.11)$$

где Π_j – цена оборудования соответствующего вида;

$k_{\text{рем}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт;

$t_{\text{шк}}$ – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд;

$F_{\text{ГО}}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч;

k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Подставляем значения в формулу (4.11) и получаем для МЗ:

$$C_p = \frac{202067 \cdot 0,25 \cdot 715}{2000 \cdot 0,8 \cdot 60} = 376 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (4.11) и получаем для АЗ:

$$C_p = \frac{(373778 + 124558) \cdot 0,25 \cdot 375}{2000 \cdot 0,8 \cdot 60} = 487 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между МЗ и АЗ, составляет 111 руб, что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 23 %.

5.4.7 Текущие затраты и расчет себестоимости сварного шва

Затраты и расчет себестоимости сварного шва указаны в таблице 44.

Таблица 44 – Результаты расчетов себестоимости сварного шва

Наименование	МЗ	АЗ	Сравнительная эффективность
1. Сварочные материалы	5364	5364	0
2. Защитный газ	2030	1106	924
3. Основная зарплата	2771	1453	1318
4. Социальные цели	837	439	398
5. Электроэнергия	288	165	123
6. Ремонт	376	487	-111
Итого	11666	9014	2652

По результатам расчетов разница в общих затратах на изготовление одного изделия между МЗ и АЗ, составляет 2652 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 23 %.

Выводы по разделу 5

Проведен технико–экономический анализ процесса замены операций сварки горизонтального резервуара механизированной сварки на автоматическую в среде защитных газов.

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между МЗ (715 мин) и АЗ (375 мин), составляет 340 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 48 %.

Стоимость изготовления горизонтального резервуара автоматической сваркой составляет 9014 руб., что дешевле на 2652 руб, чем при текущей технологии механизированной сварки в среде защитного газа, в процентном соотношении позволяет снизить затраты на 23 %.

Можно сделать вывод, что применение автоматической сварки экономически оправдано.

6 Социальная ответственность

6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Специальные правовые нормы трудового законодательства, характерные при изготовлении и эксплуатации исследуемого резервуара перечислены в списке используемой литературы.

6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

В данном подразделе рассмотрим организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны сварщика.

При выполнении сварочных работ на открытых участках цеха место сварщика должно ограждаться со всех сторон щитами или ширмами.

С наружной стороны такие ограждения должны окрашиваться в яркие цвета в виде "зебры" и надписями крупными буквами "Осторожно, идет сварка!".

Окраска сварочных цехов, внутренних сторон ограждений мест сварки в темные цвета не рекомендуется, т.к. при этом ухудшается общая освещенность мест сварки.

Многопостовые агрегаты и сварочные установки должны располагаться в отдельном помещении или должны быть ограждены.

Сварочные преобразователи из-за их шума при работе должны быть вынесены за пределы производственного помещения.

Проходы между многопостовыми сварочными агрегатами, установками автоматической сварки должны быть не менее 1,5 м, между однопостовыми сварочными трансформаторами или сварочными генераторами, с каждой стороны стеллажа или стола для ручной сварки - не менее 1 м, между стационарным сварочным агрегатом и стеной, колонной - не менее 0,5 м, между сварочным автоматом и стеной, колонной - не менее 1 м, между машинами точечной, роликовой (шовной) сварки с расположением рабочих

мест напротив друг друга - не менее 2 м, между машинами стыковой сварки - не менее 3 м, при их расположении тыльными сторонами друг к другу ширина проходов должна быть не менее 1 м, при расположении передними и тыльными сторонами друг к другу - не менее 1,5 м.

Электрододержатели должны быть легкими, удобными, не утомлять руку и не стеснять движений сварщика, должны выдерживать не менее 8 тыс. зажимов электродов и обеспечивать смену электрода не более чем за 4 с.

Электрододержатели для тока 500 А и выше должны быть снабжены щитком защиты руки от тепла сварочной дуги и брызг металла.

Электрододержатели могут снабжаться устройством выключения сварочного тока во время смены электрода.

Рукоятка электрододержателя должна быть выполнена из теплостойкого, плохо проводящего тепло изоляционного материала, и температура ее поверхности при работе не должна превышать 32 - 33 °С.

6.2. Производственная безопасность

6.2.1. Анализ выявленных вредных факторов и мероприятия по их снижению

Изготовление резервуаров производится в заводских условиях с применением следующего оборудования: листопрямляющая машина, листогибочная машина, станок плазменной резки с ЧПУ, гидравлический пресс, фланжировочная машина, кромкоскалывающая машина, сварочный трактор, полуавтомат сварочный, станок фрезерный, кран мостовой, траверса магнитная, ножницы гильотинные.

В связи с работой вышеперечисленного оборудования возникают вредные факторы, перечисленные в таблице 45.

Таблица 45 – Вредные факторы и мероприятия по их снижению

Вредный фактор и его нормативное значение	Мероприятия по снижению вредного фактора
Повышенный уровень шума и вибраций на рабочем месте	
<p>Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывая психические и физиологические нарушения, снижающие работоспособность и создающие предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма.</p> <p>Нормативные параметры шума на рабочих местах определены в ГОСТ 12.1.003-2014 [19], в соответствии с которым допустимый уровень шума в цехе, где проводится сварка, равен 80 дБА.</p>	<p>а) замена шумных технологических операций на малошумные или по возможности полностью бесшумные;</p> <p>б) снижение шума в источнике путем совершенствования конструкции или схемы той части оборудования, которая производит шум;</p> <p>в) использование в конструкции материалов с пониженными акустическими свойствам;</p> <p>г) применение дополнительного звукоизолирующего устройства или ограждения, расположенного по возможности ближе к источнику, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> - звукоизолирующего кожуха, который может закрывать отдельный шумный узел машины; - акустических экранов, отгораживающих шумный механизм от рабочего места или зоны обслуживания машины. <p>д) применение звукопоглощающих облицовок для отделки потолка и стен шумных помещений;</p> <p>е) применение эффективных средств индивидуальной защиты (антифоны, заглушки и др.).</p>

Продолжение таблицы 45

Вредный фактор и его нормативное значение	Мероприятия по снижению вредного фактора
Повышенная температура помещения	
<p>Согласно таблице 1 СанПин 2.2.4.548-96 [20] большинство работ по изготовлению резервуаров относится к категории работ Па и Пб. Верхним пределом допустимой температуры на рабочем месте для данных категорий работ является +28°C тепла. При обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах перепады и изменения температуры в смену не должны быть более 3-4 °С, а относительная влажность воздуха не должна выходить за пределы 70% - при температуре воздуха 25°C и 55% - при температуре воздуха 28° С</p>	<p>а) применение эффективных способов вентиляции, в частности наличие местной вытяжной вентиляции объемом не менее 1000 м³ от поста для удаления горячего воздуха и сварочного аэрозоля;</p> <p>б) ограничение поступления тепла в помещение, например, экранирование;</p> <p>в) режим труда и отдыха;</p> <p>г) установка в помещении теплозащитные средств, обладающих следующими характеристиками: простота в изготовлении и монтаже; удобство для обслуживания, осмотра, очистки; прочность, минимальные эксплуатационные требования;</p> <p>д) применение специальных средств индивидуальной защиты, ношение надлежащей спецодежды;</p> <p>е) питьевой режим с предупреждением вымывания водорастворимых витаминов и микроэлементов;</p> <p>ж) устройство комнат тепловой разгрузки с кондиционированием воздуха, температура в которых должна быть не ниже суммы половины температуры наружного воздуха плюс 8°C;</p> <p>и) дополнительные льготы и компенсации.</p>

Продолжение таблицы 45

Вредный фактор и его нормативное значение	Мероприятия по снижению вредного фактора
Вредные пылегазообразные вещества (пыль, сварочные аэрозоли, пары и газы)	
<p>Сварочные работы сопровождаются загрязнением воздушной среды рабочей зоны сварочными аэрозолями, количество и состав которых зависит от химического состава сварочных материалов и свариваемых металлов, способов и режимов сварки, наплавки, резки и пайки металлов.</p> <p>Элементы исследуемого резервуара, свариваются механизированной и автоматической сваркой плавящимся электродом в среде защитных газов согласно ГОСТ 14771 – 76 [3]. При указанном способе сварки выделяются следующие вещества: пыль - 8 мг/м³, окись марганца- 0,58 мг/м³, окись хрома - 0,02 8 мг/м³, окись никеля - 0,038 мг/м³, окись углерода - 58 мг/м³.</p> <p>Предельно допустимые концентрации, установленные ГОСТ 12.1.005-88 [5]:</p> <ul style="list-style-type: none"> • оксиды углерода - ПДК = 20 мг/м³; • водород фтористый - ПДК = 0,5 мг/м³, • диоксид азота - ПДК = 2 мг/м³; • ангидрит сернистый - ПДК = 10 мг/м³; • озон (O₃) – ПДК O₃ = 0,1 мг/м³; • хром (Cr₂O₃, CrO₃) – ПДК Cr₂O₃ = 1 мг/м³, ПДК CrO₃ = 0,01 мг/м³; • кремний (SiO₂+MnO₂) – ПДК SiO₂+MnO₂ = 1 мг/м³; • марганец (MnO₂) – ПДК MnO₂ = 0,2 мг/м³ 	<p>Устройство согласно СП 60.13330.2012 [21] местных вытяжных устройств открытого типа - местных отсосов марки «СовПлим» в сочетании с общеобменной приточно-вытяжной механической вентиляцией.</p> <p>Эффективность местных отсосов составляет 75%, общеобменной вытяжной вентиляции - 25%.</p> <p>Эффективность местных отсосов обусловлена следующими факторами:</p> <ul style="list-style-type: none"> - местные отсосы локализуют вредные вещества непосредственно в зоне их образования, предотвращая распространение их по всему объему производственного помещения; - благодаря близкому расположению к источнику вредных выделений местные отсосы могут удалять их с помощью минимальных объемов воздуха, что имеет большое экономическое преимущество по сравнению с общеобменной вентиляцией.

Вредный фактор и его нормативное значение	Мероприятия по снижению вредного фактора
Психофизические факторы	
Из психофизических факторов, возникающих при производстве проектируемого резервуара в заводских условиях, можно отметить повышенную нагрузку на органы чувств (зрение, слух), тяжелую физическую работу, умственное перенапряжение, монотонность труда, стрессовые эмоциональные перегрузки, высокий уровень интенсивности деятельности, неудобную рабочую позу при осуществлении сварочных процессов	а) уменьшение плотности рабочего времени; б) исключение случайно возникающих перебоев в работе, ритмизация трудовых процессов в) правильный режим труда и отдыха, в частности 30 минутный перерыв после каждых двух часов непрерывной работы или 15 минутный перерыв на каждый час работы
Недостаточная освещённость рабочей зоны	
Недостаточная освещенность может стать причиной неадекватного восприятия человеком технологического процесса, утомления и пульсирующей головной боли. Рациональное освещение имеет большое значение для высокопроизводительной и безопасной работы. Нормирование значений освещенности рабочей поверхности при сварочных работах составляет 200 лк согласно СП 52.13330.2016 [22]. Коэффициент пульсаций освещенности (Кп) для производственных помещений должен быть не больше 10%	Устройство в помещении согласно СП 52.13330.2016 [22] совмещенного освещения. Естественное освещение осуществляется через боковые оконные проемы, искусственное освещение принимается как общее с равномерным расположением необходимого количества светильников

6.2.2 Анализ выявленных опасных факторов

При изготовлении резервуаров также возникают опасные факторы, перечисленные в таблице 46.

Таблица 46 – Опасные факторы и мероприятия по их устранению

Опасный фактор	Мероприятия по устранению опасного фактора
Наличие открытых токопроводящих элементов, находящихся под напряжением	
Эксплуатация оборудования на заводе связана с использованием электрической энергии. Электрический ток оказывает на человека внутреннее воздействие, приводит к внешним травмам, электроударам и электрическому шоку. Внутреннее воздействие может быть термическое, электролитическое и биологическое.	а) надежная изоляция всех проводов, связанных с источником тока и дуги; б) заземление сварочной установки и источника питания сварочной дуги, (корпуса выпрямителя, клеммы обратного провода, установки) в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81 и правилами устройства электроустановок; в) применение в источниках питания автоматических выключателей высокого напряжения; г) надежное устройство электрододержателя, который должен иметь высокую механическую прочность; д) использование при работе сухой спецодежды и рукавиц, ботинок без металлических шпилек и гвоздей, применение резиновых коврик и галошей в качестве диэлектрика; е) использование при работе переносной лампы напряжением не более 12(В); ж) ремонт электросварочного оборудования и аппаратуры специалистами-электриками

Продолжение таблицы 46

Опасный фактор	Мероприятия по устранению опасного фактора
Разбрызгивание металла	
<p>Брызги, искры и выбросы расплавленного металла и шлака при отсутствии средств защиты являются причиной ожогов кожных покровов, травмирования органов зрения, а также повышают опасность возникновения пожаров.</p>	<p>а) применение качественных сварочных аппаратов, которые способны улучшить сварку за счет стабилизации характеристик сварочного тока; б) своевременная замена износившегося сопла или токового наконечника; в) применение качественных сварочных материалов; г) правильная подготовка материала к сварке. д) специальная техника сварки, подразумевающая уменьшение длины дуги путем максимального приближения электрода к свариваемой поверхности</p>
Движущиеся механизмы и изделия	
<p>Опасность представляет контакт с любыми движущимися элементами оборудования, изделием, транспортируемым изделием при помощи мостового крана.</p> <p>При работе подъёмно-транспортного оборудования возникает опасность непреднамеренного контакта с движущимися частями оборудования и возможным ударом от падающих предметов при обрыве поднимаемого груза или падения его с поднимаемого места</p>	<p>а) учёт индивидуальных особенностей оборудования; б) надежность, прочность и удобство обслуживания оборудования, включая средства защиты; в) использование оградительных устройств для препятствия попадания человека в опасную зону; г) окраска опасных частей и механизмов кранов в жёлтый цвет; д) подача предупреждающего звукового сигнала при движении мостового электрокрана, не допускающего нахождения рабочих под грузом; е) вывеска на видном месте грузоподъёмности и даты технических освидетельствований</p>

Окончание таблицы 46

Опасный фактор	Мероприятия по устранению опасного фактора
Повышенная температура поверхностей оборудования	
Нагретые поверхности оборудования и аппаратов способствуют получению ожогов различной степени тяжести от соприкосновения с нагретыми поверхностями	<p>Для уменьшения температуры поверхностей оборудования необходимо наличие теплоизоляции оборудования, а также наличие эффективно работающей вентиляции.</p> <p>Также на рабочих местах и оборудовании, имеющем нагретые поверхности, необходимо установить специальные знаки «Осторожно. Горячая поверхность»</p>

6.3 Экологическая безопасность

Изготовление резервуара может сопровождаться выделением в атмосферу, гидросферу и литосферу:

1) материальных загрязнителей, таких как:

- твердые аэрозоли, образованными пылеватыми частицами металлов и абразивных материалов;
- газообразные (парообразные) загрязнители, поступающие в воздух через вентиляционные выбросы;
- отходы металлообработки за счет выброса сточных вод;
- твердые промышленные отходы (стружки и опилки металлов, отслужившее свой срок металлическое оборудование, сконденсированная пыль);

2) энергетических загрязнителей, таких как:

- высокий уровень шума, вибрации, тепловые загрязнения (за счет выделения теплоты при обработке поверхностей металлов и работы оборудования),

- электромагнитные поля, выделяемые работающим оборудованием (трансформаторы, индукторы, различные генераторы),
- отраженное лазерное излучение, возникающее при использовании лазеров в технологическом процессе.

Твердые промышленные и бытовые отходы подлежат утилизации путем переработки отходов во вторичное сырье.

Утилизация отработанных люминесцентных ламп осуществляется специализированной организацией, имеющей лицензию на проведение подобного вида работ, путем составления договора, с данной организацией согласно действующим нормам по утилизации.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.4.1 Причины возникновения чрезвычайных ситуаций на предприятии

Среди возможных чрезвычайных ситуаций при изготовлении резервуаров можно выделить пожар и (или) взрыв.

Причинами возникновения пожара (или) взрыва являются короткое замыкание, разбрызгивание расплавленного металла при сварке, искры при плазменной резке металла и другие виды огневых работ. Рассмотрим мероприятия по предотвращению пожара при огневых работах.

На предприятии должна быть разработана Инструкция по проведению огневых работ в соответствие с действующими нормами РФ.

6.4.2 Общие требования пожарной безопасности

Работники, осуществляющие огневые работы, должны иметь допуск на проведение огневых работ [23].

На предприятии для организации проведения огневых работ должно быть приказом назначено ответственное лицо - руководитель работ, который обязан до начала работ ознакомить рабочий персонал с Инструкцией по проведению огневых работ. В обязанности руководителя работ входит проверка знаний и постоянный контроль над соблюдением требований Инструкции, а также обеспечение рабочих спецодеждой, специальной

обувью и СИЗ в соответствии с действующими нормами и характером выполняемой работы.

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

Требования пожарной безопасности до начала, во время и по окончании огневых работ подробно описаны в Приказе №485 от 20 ноября 2017 года «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасного ведения газоопасных, огневых и ремонтных работ» [24].

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

Поскольку сборочно-сварочный цех в соответствие с Федеральным законом № 123 от 22.07.2008 [25] относится к категории Г по взрывопожарной и пожарной опасности, установка автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения согласно требованиям СП 5.13130.2009 [26] в данном помещении не требуется.

В соответствии с требованиями технических нормативных правовых актов в области противопожарного нормирования и стандартизации сборочно-сварочный цех должен быть обеспечен первичными средствами пожаротушения и оборудован системой оповещения людей о пожаре и управлением эвакуацией. В качестве системы оповещения используется, как правило, селекторная связь предприятия. В качестве системы управления эвакуацией используется аварийное и эвакуационное освещение с использованием световых указателей "ВЫХОД".

6.4.3 Требования пожарной безопасности в аварийных ситуациях

В случае возникновения аварийной ситуации (несчастного случая, пожара, стихийного бедствия) немедленно прекратить работу и сообщить о

ситуации вышестоящему оперативному персоналу и непосредственному руководителю.

При возникновении пожара, действия работников в первую очередь должны быть направлены на обеспечение безопасности и эвакуации людей.

В случаях, не терпящих отлагательств, выполнить необходимые переключения с последующим уведомлением вышестоящего оперативного персонала.

В случае возникновения аварийной ситуации или пожара:

- по возможности обесточить электрооборудование;
- сообщить непосредственному руководителю;
- оповестить всех работающих в производственном помещении и принять меры к ликвидации очага аварии.

Горящие части электроустановок и электропроводку, находящиеся под напряжением, следует тушить углекислотными огнетушителями.

При несчастном случае необходимо немедленно освободить пострадавшего от воздействия травмирующего фактора, оказать ему первую помощь согласно инструкции по оказанию первой помощи и сообщить непосредственному руководителю о несчастном случае.

При освобождении пострадавшего от действия электрического тока необходимо следить за тем, чтобы самому не оказаться в контакте с токоведущей частью.

Вывод по разделу 6

Исследуемый резервуар изготавливается на заводе, на котором согласно действующему законодательству РФ имеется служба охраны труда и/или специалист по охране труда. В обязанности данной службы или специалиста входит контроль над соблюдением нормативных условий труда на предприятии.

Следовательно, условия труда работников завода-изготовителя исследуемого резервуара соответствуют требованиям нормативных документов.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе была разработана технология сборки и сварки стального подземного горизонтального резервуара для АЗС объемом 75 м³.

В ходе выполнения данной работы был предложен способ усовершенствования существующей на предприятии технологии сварки путем частичной замены механизированной сварки в среде защитных газов на автоматическую сварку в среде защитных газов. Предполагалось, что данная замена позволит снизить затраты на сварочные работы и сэкономит время на их производство.

Для решения поставленной задачи был произведен анализ литературы, содержащей требования к изготовлению подобного рода сооружений, изучены особенности сварки стали СтЗсп, из которой выполнен резервуар. На основании изученных данных был выбран способ сварки, для которого в дальнейшем были подобраны сварочные материалы и оборудование, произведены расчеты параметров режима сварки. Также была разработана технология сборки резервуара, произведен анализ социальной ответственности при изготовлении резервуара, а также анализ ресурсоэффективности и ресурсосбережения разрабатываемой технологии.

Анализ социальной ответственности при изготовлении резервуара показал, что условия труда работников завода-изготовителя исследуемого резервуара соответствуют требованиям нормативных документов.

По оценке выполненных расчетов ресурсоэффективности стоимость сварочных работ в результате частичной замены механизированной сварки в среде защитных газов на автоматическую сварку в среде защитных газов, как и ожидалось, снизилась. Разница составила 23 %. Затраты по времени снизились на 48%. Следовательно, ресурсоэффективность предложенного способа сварки выше, чем существующего, а значит цель работы достигнута.

Список использованных источников

1. ГОСТ 34347 – 2017. Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия. – М.: Стандартиформ, 2017.
2. ПБ 03-273–99. Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru>.
3. ГОСТ 17032-2010. Резервуары стальные горизонтальные для нефтепродуктов. Технические условия [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru>.
4. ГОСТ 535-2005. Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru>.
5. СТО-СА-03-002-2009. Правила проектирования, изготовления и монтажа вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru>.
6. Оборудование для сварки и резки [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.deltasvar.ru>.
7. ГОСТ 14771–76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru>.
8. ГОСТ 8050 – 85. Двуокись углерода газообразная и жидкая [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru>.
9. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru>.
10. Промышленное и строительное оборудование [Электронный ресурс]. – URL: <https://proinstrument-shop.ru>.
11. Сварочные аппараты, электроды, сварочная проволока [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.lincolnelectric.com>.
12. Приборы и системы неразрушающего контроля [Электронный ресурс]. – URL: <http://novotest-russia.ru>.

13. ГОСТ 34347-2017. Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия. – М.: Стандартиформ, 2018.
14. ГОСТ Р 55724-2013. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые. – М.: Стандартиформ, 2015.
15. ГОСТ Р ИСО 17637 – 2014. Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением. – М.: Стандартиформ, 2015.
16. Белоконь В. М. Производство сварных конструкций: учеб. пособие / В. М. Белоконь. - Могилев: БРУ, 2015. – 185 с.
17. Федосов С. А., Оськин И. Э. Основы технологии сварки: учебное пособие. — М.: Машиностроение, 2016. — 125 с.
18. Расчёт норм времени на выполнение сварочных операций [Электронный ресурс]. – URL: <https://studwood.ru>.
19. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (Переиздание). – М.: Стандартиформ, 2015.
20. СанПин 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru>.
21. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru>.
22. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* (с Изменением N 1) . – М.: Стандартиформ, 2018.
23. Безопасность производственных процессов на предприятиях машиностроения : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. диплом. специалистов "Конструктор.-технол. обеспечение машиностроит. пр-ва" / [В. В. Сафронов и др.] ; под ред. Г. А. Харламова. -

Москва: Новое знание, 2016 (Йошкар-Ола : Марийский полиграф.-изд. комбинат). - 460 с.

24. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасного ведения газоопасных, огневых и ремонтных работ»: приказ от 20.11.2017 №485 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru>.


25. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22.07.2008 № 123 – ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru>.

26. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru>.

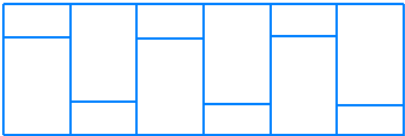
Приложение А
(обязательное)

«Маршрутная технология сборки и сварки изделия»

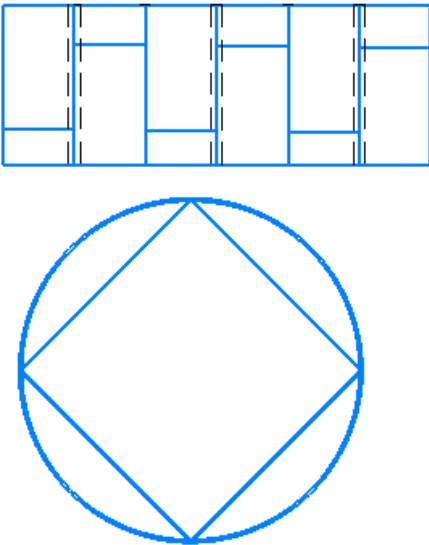
Таблица А.1 - Маршрутная технология сборки и сварки изделия

№	Наименование операции	Эскиз заготовки	Материал	Оборудование	Количество
1	2	3	4	5	6
Сборка и сварка обечайки					
1	Уложить вальцованный лист на установку для сварки продольных швов цилиндрических изделий. Выставить требуемый зазор с помощью ножа. Выполнить прихватки по всей длине с помощью полуструбниц и винтовых стяжек каждые 150-300 мм.		Ст3сп	Стенд для сварки продольных швов цилиндрических изделий. АДГ – 630, ВС – 600С	6
2	Выполнить автоматическую сварку в CO ₂				6
3	Произвести очистку металла от брызг и шлака. Произвести контроль сварных соединений.			Зубило, шлифмашина.	6
4	Сдать ОТК				

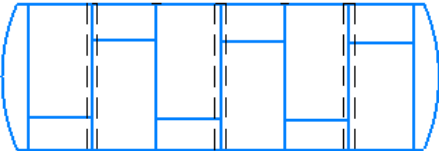
Продолжение таблицы А.1

№	Наименование операции	Эскиз заготовки	Материал	Оборудование	Количество
1	2	3	4	5	6
Сборка и сварка корпуса резервуара и приварка диафрагм жесткости					
1	Уложить изготовленные обечайки путем постепенного набора на стенд для сварки кольцевых швов. Выровнять кромки и состыковать с помощью скобы и прижимов. Выполнить прихватки по 20 мм по всей длине через каждые 150 - 300 мм сваркой.		Ст3сп	Стенд для сварки кольцевых швов цилиндрических изделий. АДГ – 630, ВС – 600С.	5
2	Выполнить автоматическую сварку в CO ₂				5
3	Произвести очистку металла от брызг и шлака. Произвести контроль сварных соединений.			Зубило, шлифмашина	5
4	Сдать ОТК				5

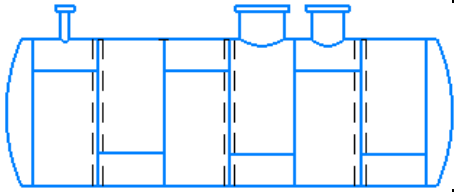
Продолжение таблицы А.1

№	Наименование операции	Эскиз заготовки	Материал	Оборудование	Количество
1	2	3	4	5	6
5	Установить диафрагмы жесткости внутри собранной обечайки согласно чертежам. Выставить требуемый зазор. Выполнить прихватки длиной 20 мм с шагом 150 – 300 мм по всей длине сваркой.		Ст3сп	Стенд для сварки кольцевых швов цилиндрических изделий. АДГ – 630, ВС – 600С.	3
6	Выполнить автоматическую сварку в CO ₂				
7	Произвести очистку металла от брызг и шлака. Произвести контроль сварных соединений.			Зубило, шлифмашина	3
8	Сдать ОТК				3

Продолжение таблицы А.1

№	Наименование операции	Эскиз заготовки	Материал	Оборудование	Количество
1	2	3	4	5	6
Приварка днищ					
1	Уложить собранную обечайку на установку для вваривания днищ. Выровнять кромки и состыковать. Выполнить прихватки длиной 20 мм каждые 150 – 300мм. сваркой		Ст3сп	Центратор для сварки днищ с обечайкой. АДГ -630, ВС – 600С.	2
2	Выполнить автоматическую сварку в CO ₂				2
3	Произвести очистку металла от брызг и шлака. Произвести контроль сварных соединений.			Зубило, шлифмашина	2
4	Сдать ОТК				2

Продолжение таблицы А.1

№	Наименование операции	Эскиз заготовки	Материал	Оборудование	Количество
1	2	3	4	5	6
Приварка люка, горловины, патрубка					
1	Уложить резервуар на стенд для сварки кольцевых швов. Пристыковать люк, горловину и патрубков. Выставить требуемый зазор. Выполнить прихватки длиной 10 – 15мм по всей длине с шагом 30-40 мм.		Ст3сп	Стенд для сварки кольцевых швов цилиндрических изделий. POWERTEC 505S.	3
2	Выполнить механизированную сварку в CO ₂ .				3
3	Произвести очистку металла от брызг и шлака. Произвести контроль сварных соединений.			Зубило, шлифмашина	3
4	Сдать ОТК				3

Продолжение таблицы А.1

№	Наименование операции	Эскиз заготовки	Материал	Оборудование	Количество
1	2	3	4	5	6
Приварка патрубков на крышку горловины					
1	Установить крышки на люк, горловину и патрубков. Пристыковать патрубки к крышке горловины. Выставить требуемый зазор. Выполнить прихватки длиной 3 - 8 мм по всей длине с шагом 15 - 20 мм сваркой.		Ст3сп	Стенд для сварки кольцевых швов цилиндрических изделий. POWERTEC 505S.	3
2	Выполнить механизированную сварку в CO ₂ .				3
3	Произвести очистку металла от брызг и шлака. Произвести контроль сварных соединений.			Зубило, шлифмашина	3
4	Выполнить контроль размеров резервуара и герметичности швов				1

Окончание таблицы А.1

№	Наименование операции	Эскиз заготовки	Материал	Оборудование	Количество
1	2	3	4	5	6
5	Выполнить наружное покрытие резервуара		Кордон	Распылитель специальный	1
6	Сдать ОТК				1
7	Доставить резервуар на склад готовой продукции				1

Приложение Б

(обязательное)

«Комплект технологической документации»

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

ФЮРА. 02190.033	15	1
-----------------	----	---

НИ ТПУ ИШНКБ Группа 3-1В51			ФЮРА. 01000.001		
Горизонтальный резервуар				у	

Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет

Доцент ИШНКБ НИ ТПУ

А.С. Гордынец

Доцент ИШНКБ НИ ТПУ

А.С. Гордынец

на технологический процесс изготовления стального подземного горизонтального резервуара для АЗС объемом 75 м³

Доцент ИШНКБ НИ ТПУ

А.С. Гордынец

Студент 3-1В51

А.С. Пищальников

Руководство №1426

														ГОСТ 3.1118-82 форма 2					
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
										ФЮРА.02190.00007				8	1				
Разраб.	Пищальников А.С.						НИ ТПУ ИШНКБ		ФЮРА 150301.00001					ФЮРА.10190.00001					
Руковод.							Группа 3-1В51												
Н.контр.	Гордынец А.С.						Технология сборки и сварки стального горизинтального резервуара						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				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.		
A01	1	1	1	005	Правка				ГОСТ 380-2015										
B07	Кран-балка, листоправильная установка UBR 25/3150 SKET, Power Panel 400				1	15474	3	1	2										
O03	1. Правка листового проката																		
O04	2. Разметить заготовки согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0001																		
A06	1	1	1	010	Резка				ГОСТ 14792-80										
B07	Кран-балка, порталный плазморез Кристалл – 3,2				1	11618	6	1	2										
O08	1. Вырезать заготовки из листа, выдерживая размеры, согласно карте эскисов ФЮРА.20190.0001																		
O08	2. Вырезать в заготовках из листа отверстия диаметром 100мм, 1000мм и 800мм, согласно карте эскисов ФЮРА.20190.0001																		
A12	1	1	1	015	Вальцовка				ГОСТ 18970-84										
B13	Кран-балка, листогибочная машина ИБ 2222				1	31358	5	1	2										
O14	1. Вальцевать лист до диаметра 3000 мм, согласно карте эскисов ФЮРА.20190.0001																		
A01	1	1	1	020	Правка				ГОСТ 380-2015										
B07	Кран-балка, листоправильная установка UBR 25/3150 SKET, Power Panel 400				1	15474	3	1	2										
O03	1. Правка листового проката																		
O04	2. Разметить заготовки по шаблону днищ, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0001																		
МК		Маршрутная карта																	

														ГОСТ 3.1118-82 форма 2а					
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
														ФЮРА.02190.00007				2	
																		ФЮРА.10190.00002	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа									
Б	Код,наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.			
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.				
A06	1	1	1	025	Резка					ГОСТ 14792-80									
Б07	Кран-балка, порталный плазморез Кристалл – 3,2					1	11618	6	1	2									
O08	1. Вырезать заготовки из листа, выдерживая размеры, согласно карте эскисов ФЮРА.20190.0001																		
A04	1	1	1	030	Штамповка														
Б05	Кран-балка, гидравлический пресс SAHINLER DEP 200x4000					1	15474	3	1	2									
O08	1.Штамповать заготовки																		
A04	1	1	1	035	Кромкогибочная														
Б05	Кран-балка, фланжировочная машина Sahinler FM12					1	15474	3	1	2									
O08	1. Произвести отбортовку заготовок по шаблону, выдерживая размеры, согласно карте эскисов ФЮРА.20190.0001																		
A01	1	1	1	040	Сборка обечайки					ГОСТ 14771-76									
Б02	Кран-балка, стенд для сварки продольных швов цилиндрических изделий. АЛГ – 630 ВС – 600С					1	18466	4	1	2									
M03	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002													
M04	Проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, углекислый газ					ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85													
O08	1. Уложить вальцованный лист на установку для сварки продольных швов цилиндрических изделий.																		
O08	2. Выставить требуемый зазор с помощью ножа.																		
МК		Маршрутная карта																	

														ГОСТ 3.1118-82 форма 2а					
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
														ФЮРА.02190.00007				3	
																ФЮРА.10190.00003			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа									
Б	Код,наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.			
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.			
О01	3. Выполнить прихватки по всей длине с помощью полуструбиц и винтовых стяжек каждые 150-300 мм																		
Т02	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.																		
А03	1	1	1	045	Сварка обечайки					ГОСТ 14771-76									
Б04	Стенд для сварки кольцевых швов цилиндрических изделий, АДГ – 630, ВС – 600С					1	19905	6	1	2									
М05	Проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, Ø1,6 мм, углекислый газ					ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85													
О06	1. Выполнить последовательно автоматическую сварку в углекислом газе, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0002																		
О07	2. Произвести очистку металла от брызг и шлака. Произвести контроль сварных соединений.																		
Т08	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.																		
А01	1	1	1	050	Сборка корпуса и диафрагмы жесткости					ГОСТ 14771-76									
Б02	Стенд для сварки кольцевых швов цилиндрических изделий, АДГ – 630, ВС – 600С					1	18466	4	1	2									
М03	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002													
М04	Проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, углекислый газ					ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85													
МК		Маршрутная карта																	

														ГОСТ 3.1118-82 форма 2а					
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
														ФЮРА.02190.00007				4	
														ФЮРА.10190.00004					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа									
Б	Код,наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.			
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.			
О08	1. Уложить заготовленные обечайки путем постепенного набора на стенд для сварки кольцевых швов.																		
О08	2. Выворачивать кромки и состыковать с помощью скобы и прижимов. Выполнить прихватки по 20 мм по всей длине через каждые 150 - 300 мм сваркой.																		
Т02	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.																		
А03	1	1	1	055	Сварка корпуса и диафрагмы жесткости					ГОСТ 14771-76									
Б04	Стенд для сварки кольцевых швов цилиндрических изделий, АДГ – 630, ВС – 600С					1	19905	6	1	2									
М05	Проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, Ø1,6 мм, углекислый газ					ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85													
О06	1. Выполнить последовательно автоматическую сварку в углекислом газе, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0003																		
О07	2. Произвести очистку металла от брызг и шлака. Произвести контроль сварных соединений.																		
Т08	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.																		
А01	1	1	1	060	Сборка корпуса и диафрагмы жесткости					ГОСТ 14771-76									
Б02	Стенд для сварки кольцевых швов цилиндрических изделий, АДГ – 630, ВС – 600С					1	18466	4	1	2									
М03	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002													
М04	Проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, углекислый газ					ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85													
МК		Маршрутная карта																	

										ГОСТ 3.1118-82 форма 2а						
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
											ФЮРА.02190.00007		5			
											ФЮРА.10190.00005					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции				Обозначение документа							
Б	Код,наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.	
О08	1. Установить диафрагмы жесткости внутрь собранной обечайки согласно чертежам. Выставить требуемый зазор. Выполнить прихватки длиной 20 мм с шагом 150 – 300 мм по всей длине сваркой.															
A03	1	1	1	065	Сварка корпуса и диафрагмы жесткости				ГОСТ 14771-76							
Б04	Стенд для сварки кольцевых швов цилиндрических изделий, АДГ – 630, ВС – 600С					1	19905	6	1	2						
M05	Проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, Ø1,6 мм, углекислый газ					ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85										
O06	1. Выполнить последовательно автоматическую сварку в углекислом газе, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0004															
O07	2. Произвести очистку металла от брызг и шлака. Произвести контроль сварных соединений.															
T08	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.															
A01	1	1	1	070	Сборка корпуса и днища				ГОСТ 14771-76							
Б02	Кран-балка, центратор для сварки днищ с обечайкой. АДГ – 630, ВС – 600С					1	18466	4	1	2						
M03	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002										
M04	Проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, углекислый газ					ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85										
O08	1. Уложить собранную обечайку на установку для вваривания днищ. Выровнять кромки и состыковать. Выполнить прихватки длиной 20 мм каждые 150 – 300мм. сваркой															
T02	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.															
МК		Маршрутная карта														

										ГОСТ 3.1118-82 форма 2а					
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
											ФЮРА.02190.00007		6		
										ФЮРА.10190.00006					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции				Обозначение документа						
Б	Код,наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала				Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.	
A03	1	1	1	075	Сварка корпуса и днища				ГОСТ 14771-76						
B04	Центратор для сварки днищ с обечайкой. АДГ – 630, ВС – 600С				1	19905	6	1	2						
M05	Проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, Ø1,6 мм, углекислый газ				ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85										
O06	1. Выполнить последовательно автоматическую сварку в углекислом газе, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0005														
O07	2. Произвести очистку металла от брызг и шлака. Произвести контроль сварных соединений.														
T08	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.														
A01	1	1	1	080	Сборка люка, горловины, патрубка				ГОСТ 14771-76						
B02	Кран-балка, стенд для сварки кольцевых швов цилиндрических изделий. POWERTEC 505S.				1	18466	4	1	2						
M03	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)				ГОСТ 21963-2002										
M04	Проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, углекислый газ				ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85										
O08	1. Уложить резервуар на стенд для сварки кольцевых швов. Пристыковать люк, горловину и патрубок. Выставить требуемый зазор.														
O08	2. Выполнить прихватки длиной 10 – 15мм по всей длине с шагом 30-40 мм.														
T02	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.														
МК		Маршрутная карта													

														ГОСТ 3.1118-82 форма 2а			
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
												ФЮРА.02190.00007		7			
													ФЮРА.10190.00007				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции				Обозначение документа								
Б	Код,наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.	
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.		
A03	1	1	1	085	Сварка люка, горловины, патрубка				ГОСТ 14771-76								
Б04	Стенд для сварки кольцевых швов цилиндрических изделий. POWERTEC 505S.					1	19905	6	1	2							
M05	Проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, Ø1,6 мм, углекислый газ					ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85											
O06	1. Выполнить последовательно механизированную сварку в углекислом газе, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0006																
O07	2. Произвести очистку металла от брызг и шлака. Произвести контроль сварных соединений.																
T08	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.																
A01	1	1	1	090	Сборка люка, горловины, патрубка				ГОСТ 14771-76								
Б02	Кран-балка, стенд для сварки кольцевых швов цилиндрических изделий. POWERTEC 505S.					1	18466	4	1	2							
M03	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002											
M04	Проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, углекислый газ					ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85											
O08	1. Установить крышки на люк, горловину и патрубок. Пристыковать патрубки к крышке горловины. Выставить требуемый зазор.																
O08	2. Выполнить прихватки длиной 3 - 8 мм по всей длине с шагом 15 - 20 мм сваркой.																
T02	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.																
МК		Маршрутная карта															

										ГОСТ 3.1118-82 форма 2а						
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
										ФЮРА.02190.00007			8			
										ФЮРА.10190.00008						
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа						
Б	Код,наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.	
A03	1	1	1	095	Сварка люка, горловины, патрубка					ГОСТ 14771-76						
Б04	Стенд для сварки кольцевых швов цилиндрических изделий. POWERTEC 505S.					1	19905	6	1	2						
M05	Проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, Ø1,6 мм, углекислый газ					ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85										
O06	1. Выполнить последовательно механизированную сварку в углекислом газе, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0006															
O07	2. Произвести очистку металла от брызг и шлака. Произвести контроль сварных соединений.															
T08	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.															
A03	1	1	1	100	Контроль ВИК					ГОСТ 8713-79						
O04	1. Произвести визуальный контроль сварного соединения. Трещины недопустимы. Поры допускаются в количестве 2-3 шт диаметром не более 1 мм на расстоянии не менее 10 мм. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм. Натёки зачистить. Проверить соответствие геометрических размеров сварных швов согласно ГОСТ 8713-79. Проверить ширину шва, высоту усиления.															
T05	Линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10х ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69, щетка стальная.															
A06	1	1	1	105	Контроль УЗК					ГОСТ Р 55724-2013						
Б07	Ультразвуковой дефектоскоп УД2-12					1	11830	6	1	2						
O08	1. Проверить сварные швы УЗК. Трещины недопустимы. Поры допускаются в количестве 2-3 шт диаметром не более 1 мм на расстоянии не менее 10 мм. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм. Объем проверки 100%.															
МК		Маршрутная карта														

005

9420

1800

010

$\phi 100$

$\phi 1000$

$\phi 800$

015

$\phi 3000$

020

$\phi 3100$

025

3000

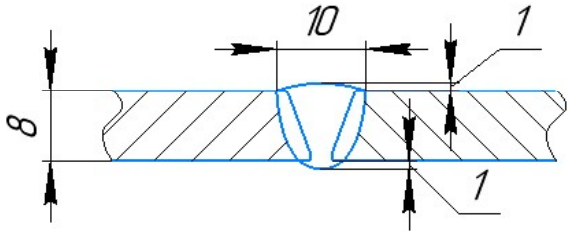
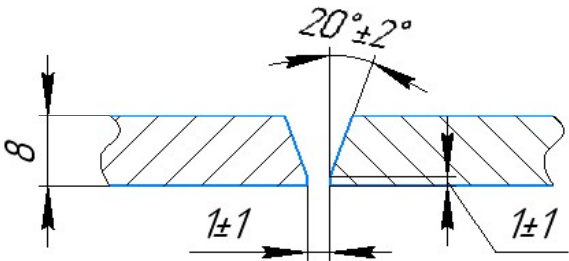
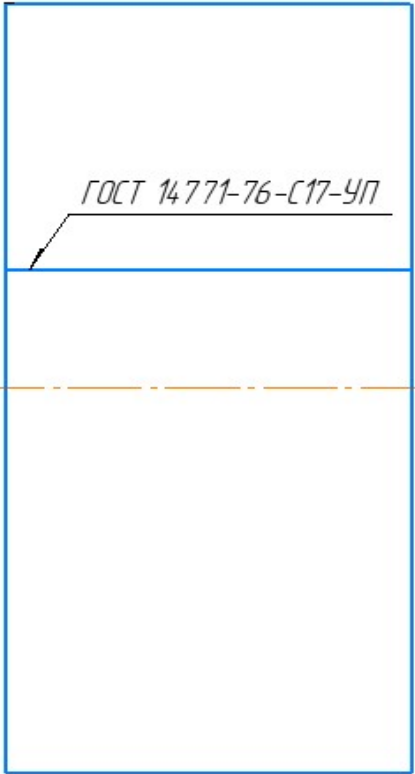
500

500

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

								ФЮРА 02190.00007	2
								ФЮРА 20190.0002	

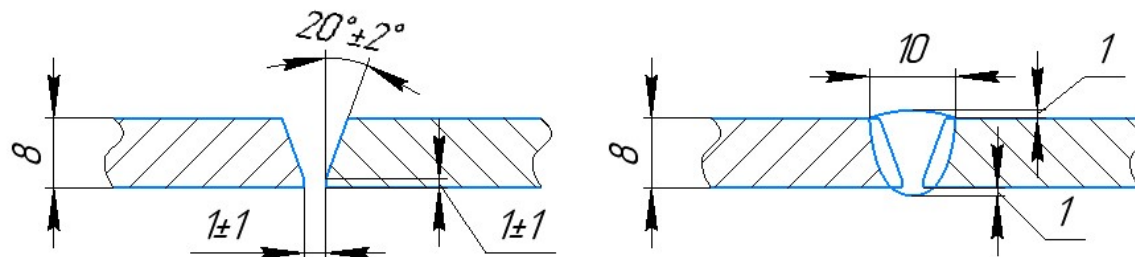
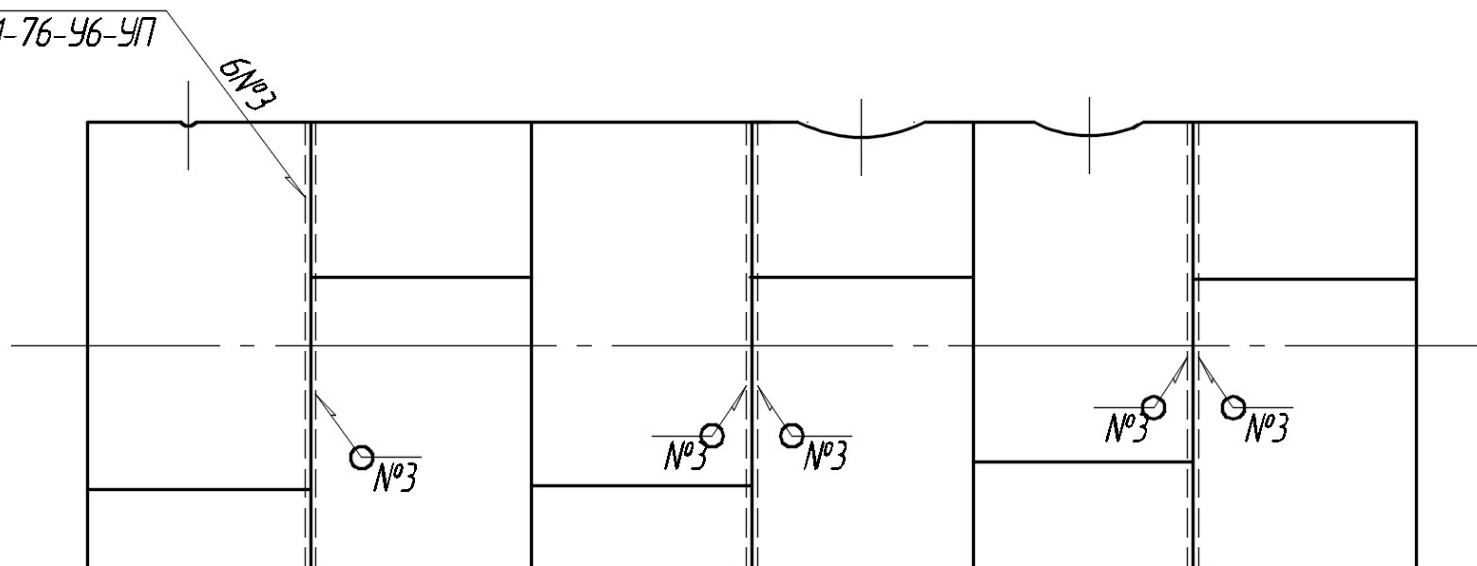


Дубл.			
Взам.			
Подл.			

3

ФЮРА 20190.0003

ГОСТ 14771-76-У6-УП

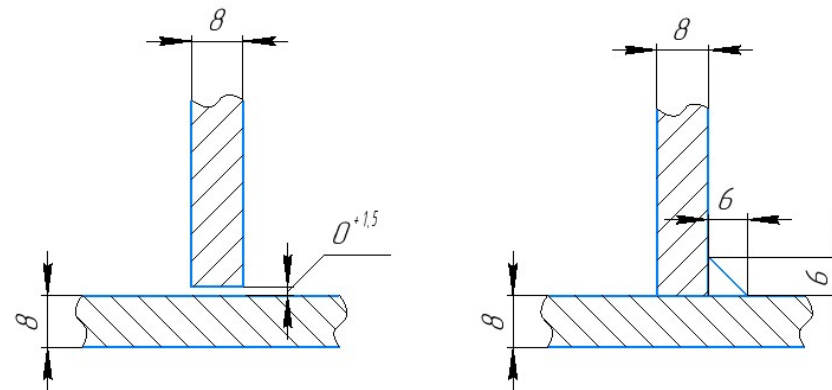


КЭ

Карта эскизов

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

4



Карта эскизов

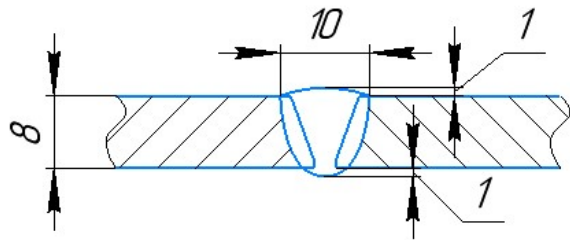
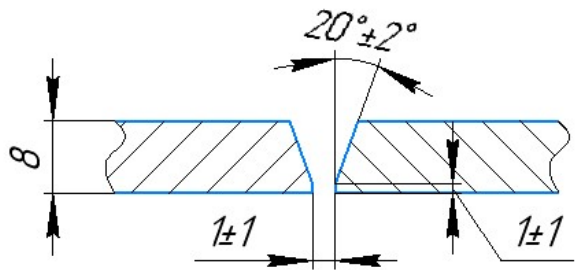
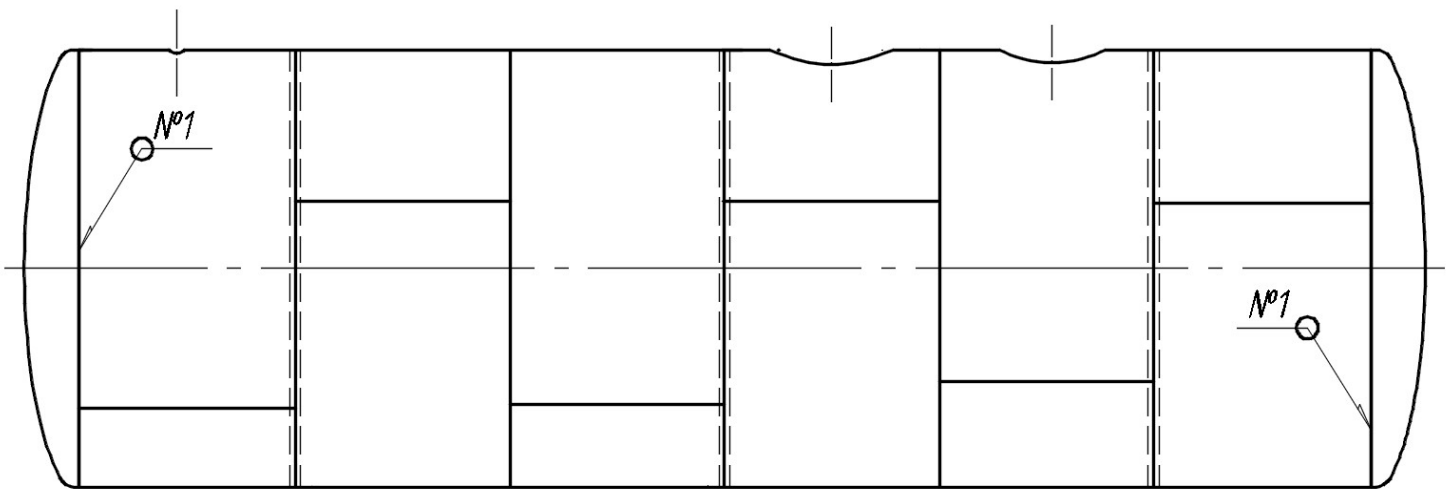
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

ФЮРА 02190.00007

5

ФЮРА 20190.0005



КЭ

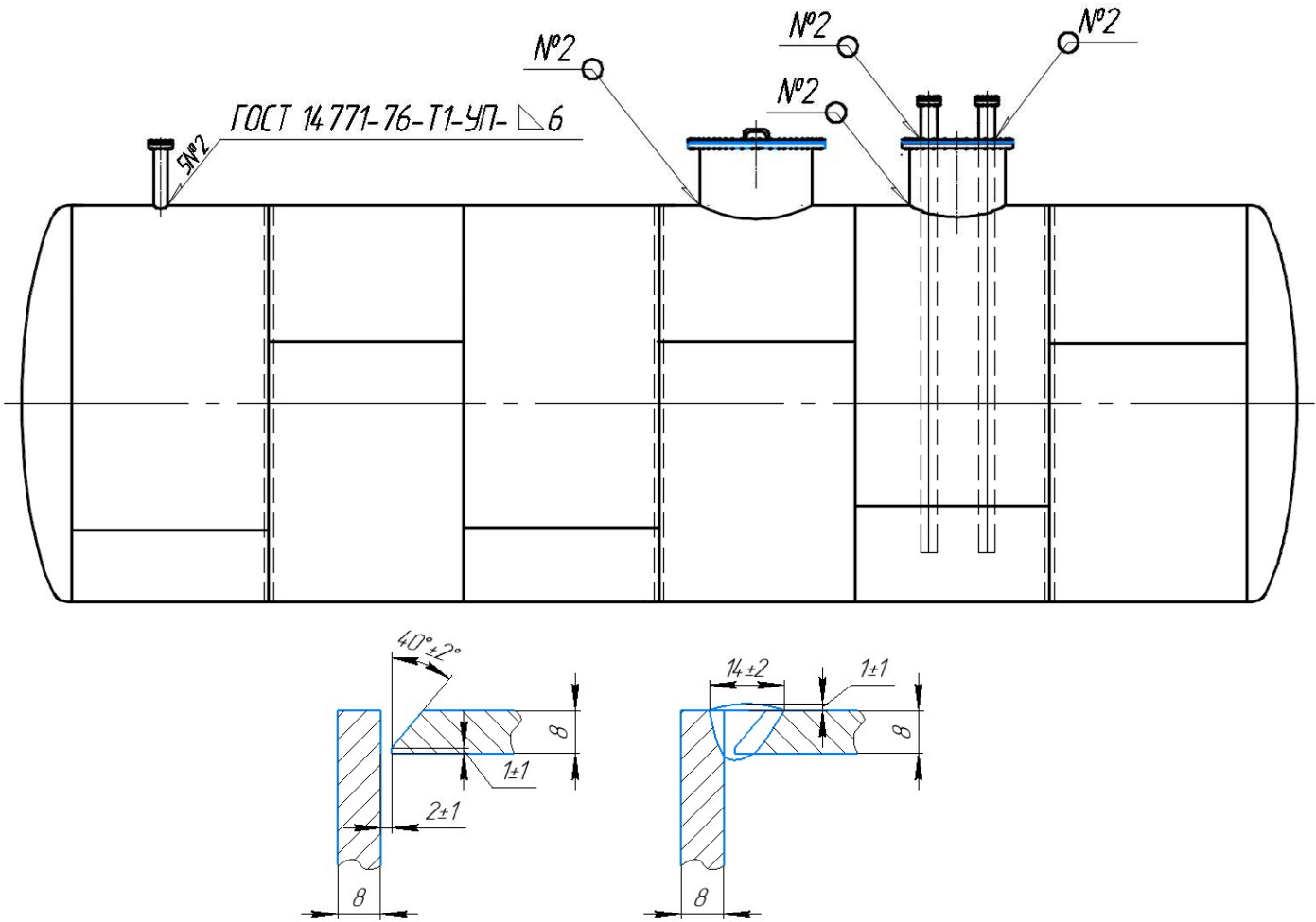
Карта эскизов

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

ФЮРА 02190.00007

6

ФЮРА 20190.00006



КЭ

Карта эскизов

Приложение В

(обязательное)

Комплект чертежей для изготовления резервуара

Перечень чертежей:

ФЮРА.150301.001 Диафрагма с моделью

ФЮРА.150301.002 Люк-лаз с моделью

ФЮРА.150301.003 Обечайка с моделью

ФЮРА.150301.004 Днище с моделью

ФЮРА.150301.005 СБ Сборочный чертеж резервуара

ФЮРА.150301.006 СБ Сборочный чертеж резервуара. Сварные швы

Перв. примен

Справ. №

Подп. и дата

Изм. №

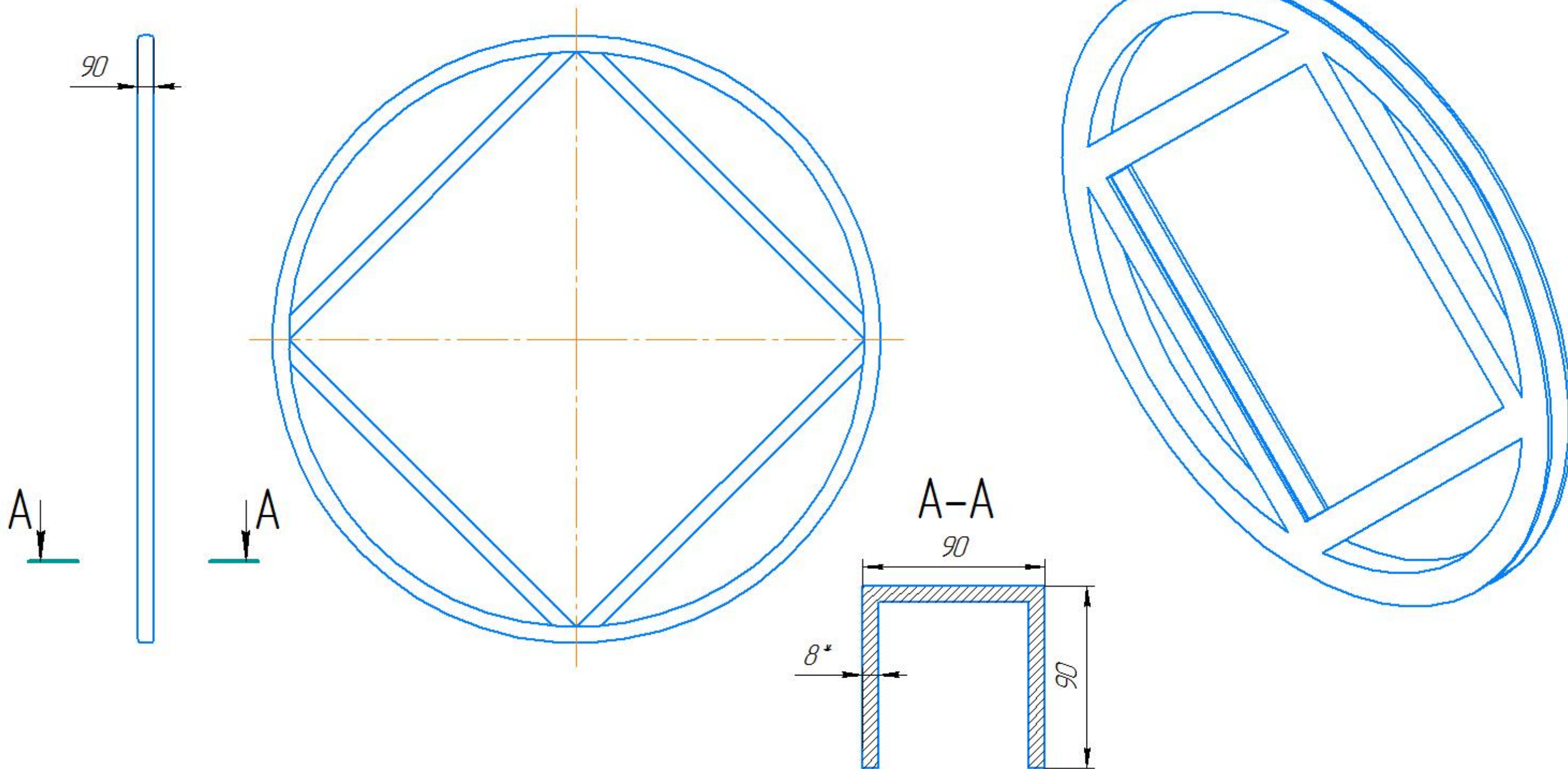
Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. №

ФЮРА.150301.001

$\sqrt{Ra\ 25}$



1. * Размеры для справок
2. Неуказанные предельные отклонения $H14, h14, \pm \frac{IT14}{2}$
3. Основные требования согласно ГОСТ 34347-2017
4. Диафрагма жесткости = шв. №16, L90x8

ФЮРА.150301.001				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Лицальников А.С.					1:1
Проб.	Гордынец А.С.					
Т.контр.						
Рук. ОП						
Н.контр.						
Утв.						
Диафрагма жесткости				Лист	Листов	1
Материал-сталь СтЗсп				НИ ТПУ ИШНБ Группа 3-1В51		

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Изм. №

Взам. инв. №

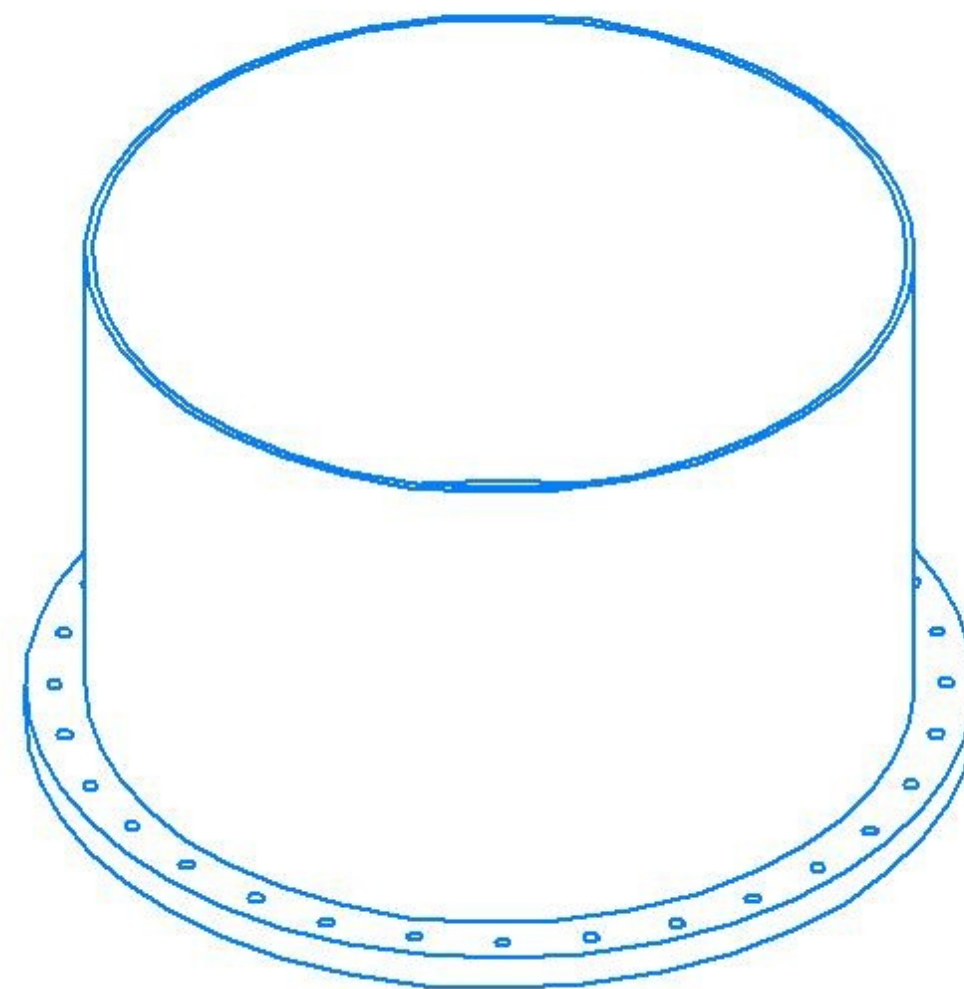
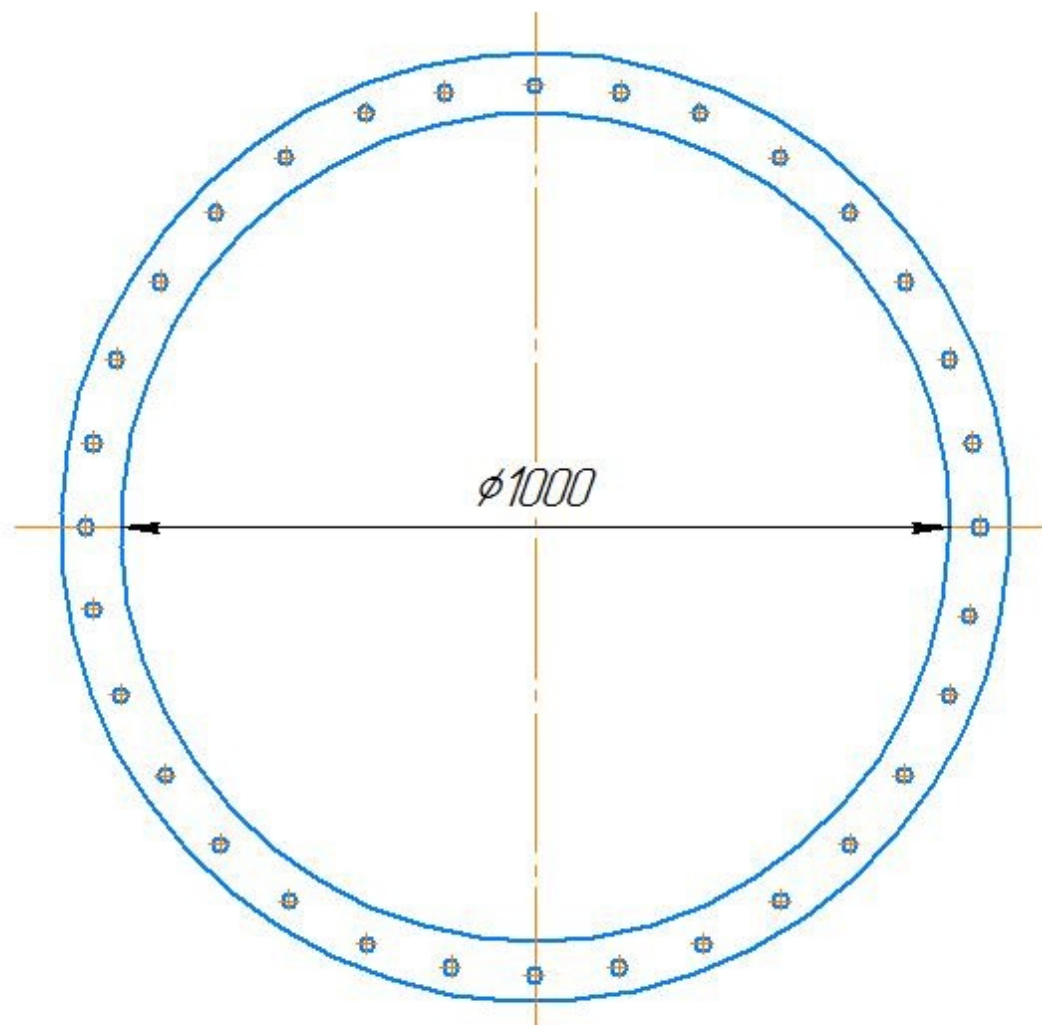
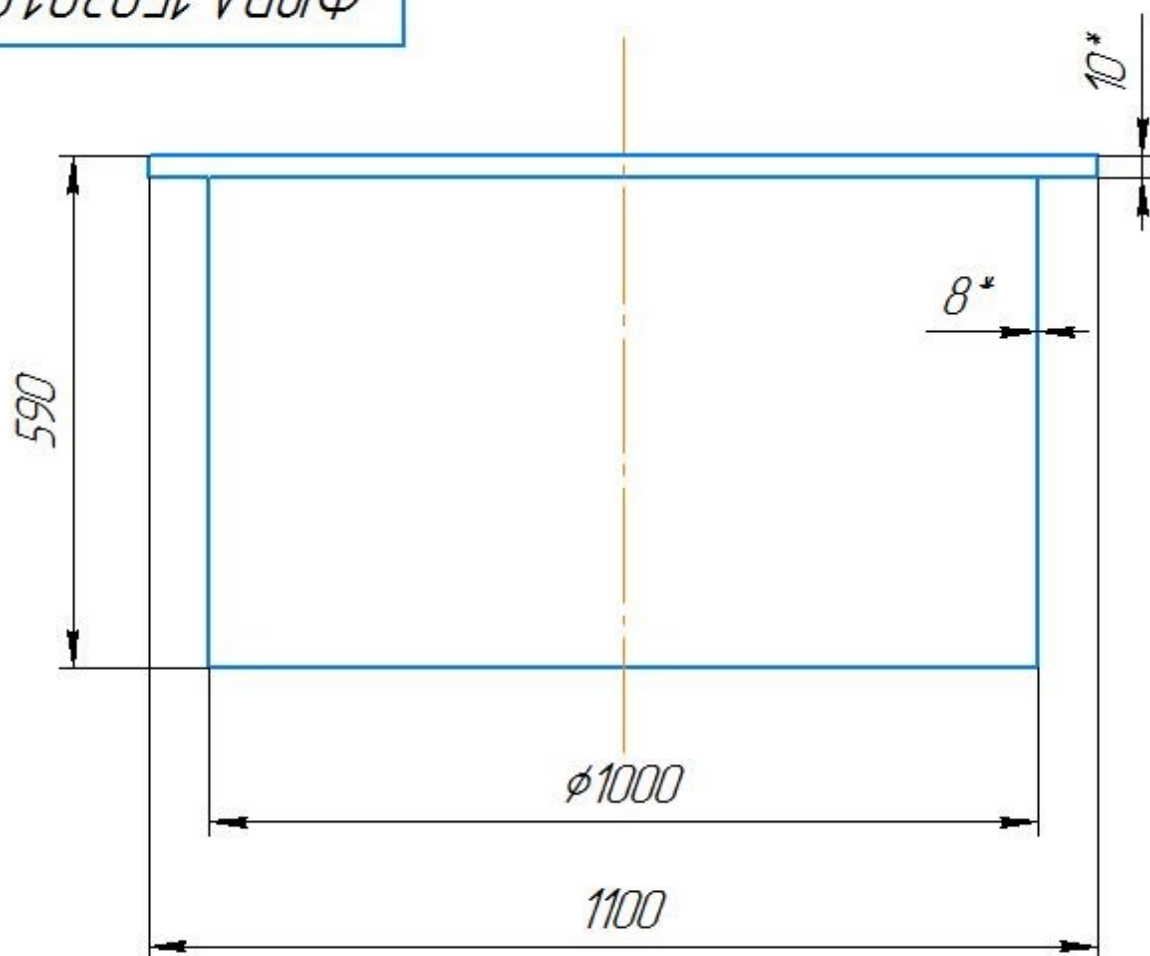
Подп. и дата

Изм. №

ФЮРА.150301.002

Приложение Д

$\sqrt{Ra\ 25}$



1. * Размеры для справок
2. Основные требования согласно ГОСТ 34347-2017
3. Неуказанные предельные отклонения H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$

ФЮРА.150301.002					Лит.			Масса	Масштаб
Люк-лаз									1:1
Материал-сталь Ст3сп					Лист			Листов	1
Копировал					НИ ТПУ ИШНБ			Группа 3-1В51	
					Формат			А3	

Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Лицальников А.С.		
Проб.	Гордынец А.С.		
Т.контр.			
Рук. ОП			
Н.контр.			
Утв.			

Перв. примен

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дучл

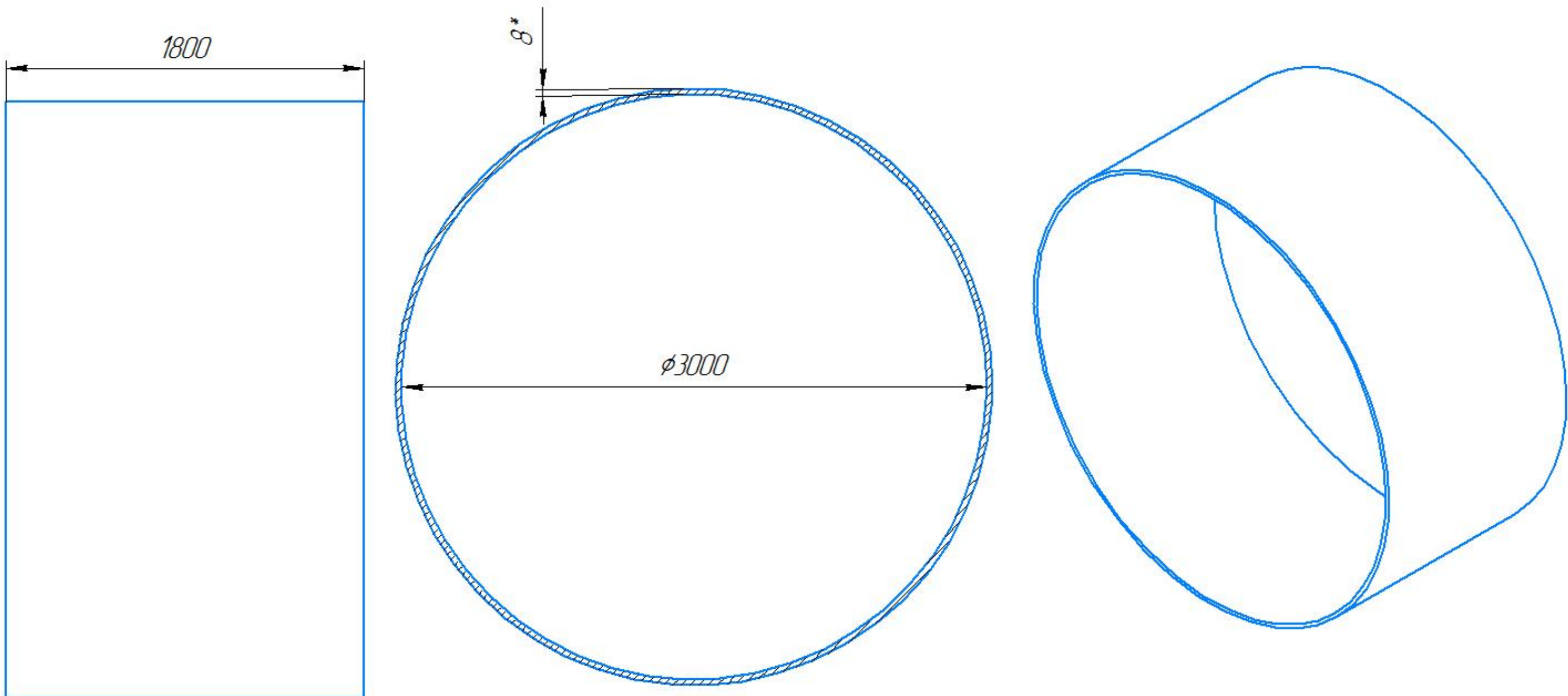
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл

ФЮРА.150301.003

$\sqrt{Ra\ 25}$



1. Размеры для справок
2. Основные требования согласно ГОСТ 34347-2017
3. Неуказанные предельные отклонения H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$

ФЮРА.150301.003					Обечайка цилиндрическая		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Лицальников А.С.						1:1
Проб.	Гордынец А.С.						
Т.контр.					Лист	Листов	1
Рук. ОП					Материал-сталь СтЗсп		
Н.контр.					НИ ТПУ ИШНКБ		
Утв.					Группа 3-1Б51		

Копировал

Формат А3

Перв. примен

Справ. №

Подп. и дата

Изм. №

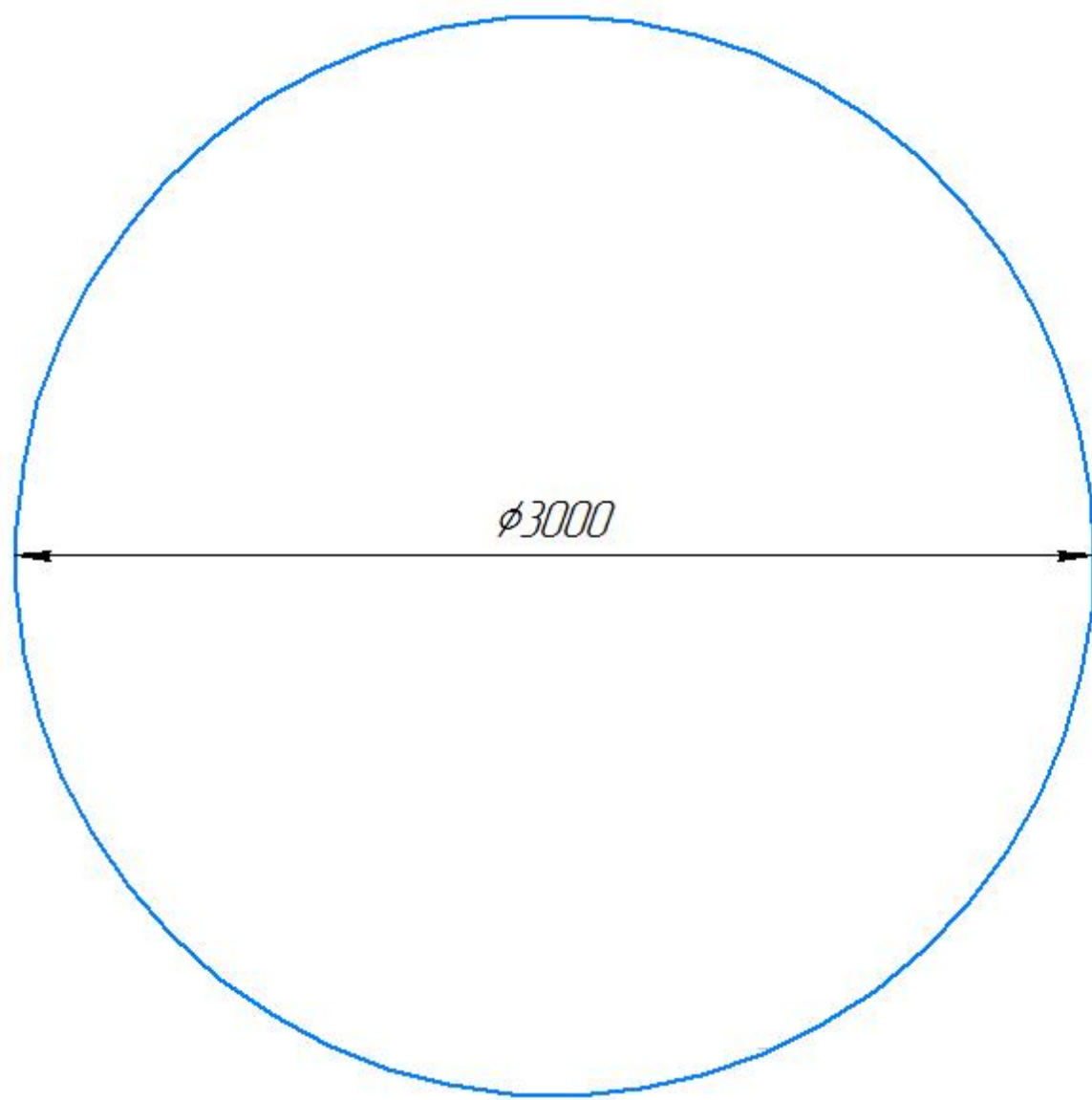
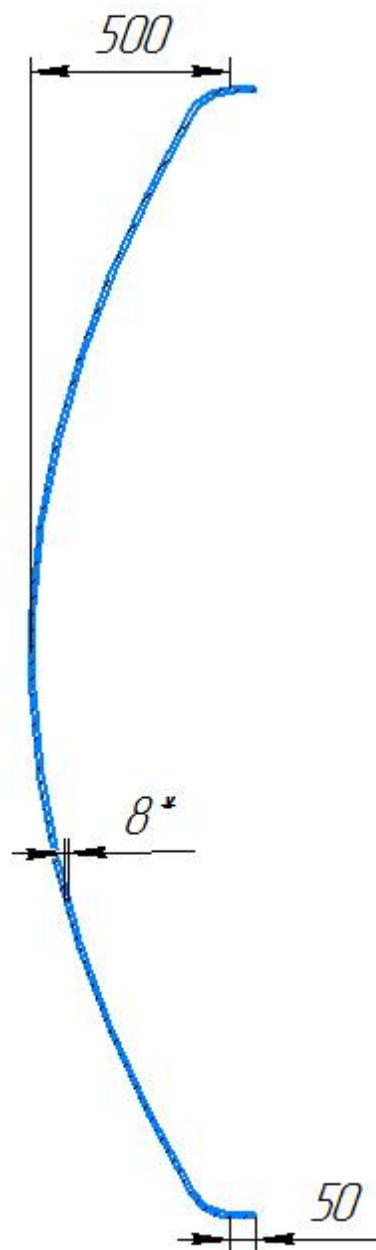
Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. №

ФЮРА.150301.004

√Ra 25

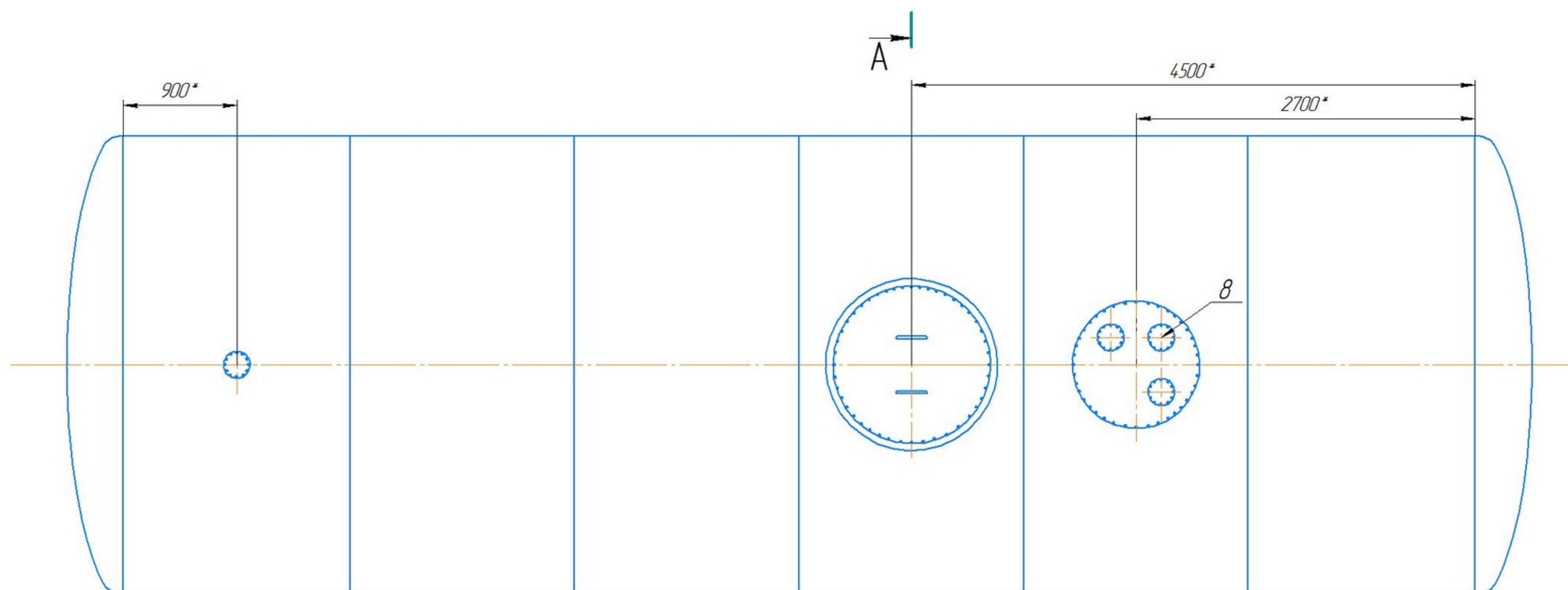
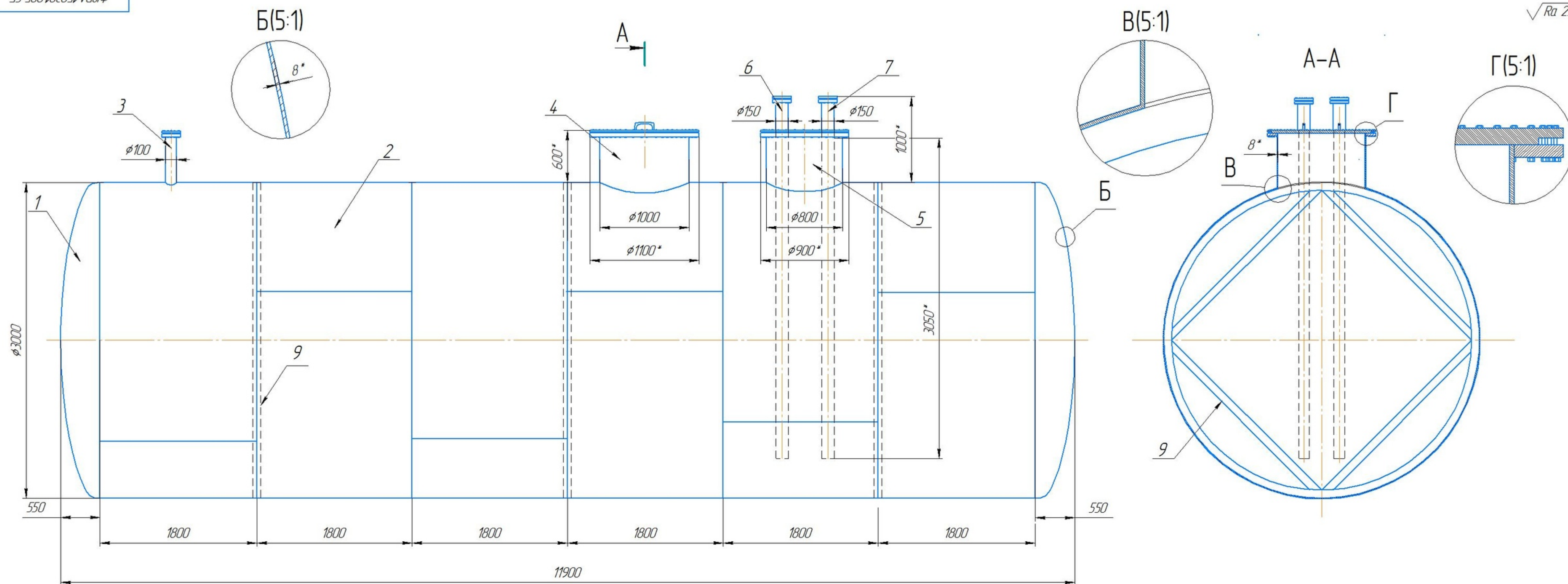


1. * Размеры для справок
2. Основные требования согласно ГОСТ 6533-78
3. Остальные требования согласно ГОСТ 34347-2017
4. Неуказанные предельные отклонения H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$

ФЮРА.150301.004					Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Днище эллиптическое		
Разраб.	Лицальников А.С.						
Проб.	Гордынец А.С.						
Т.контр.					Лист	Листов	1
Рук. ОП					Материал-сталь Ст3сп		
Н.контр.							
Утв.							
					НИ ТПУ ИШНБ		
					Группа 3-1B51		
					Формат А3		

Копировал

Формат А3

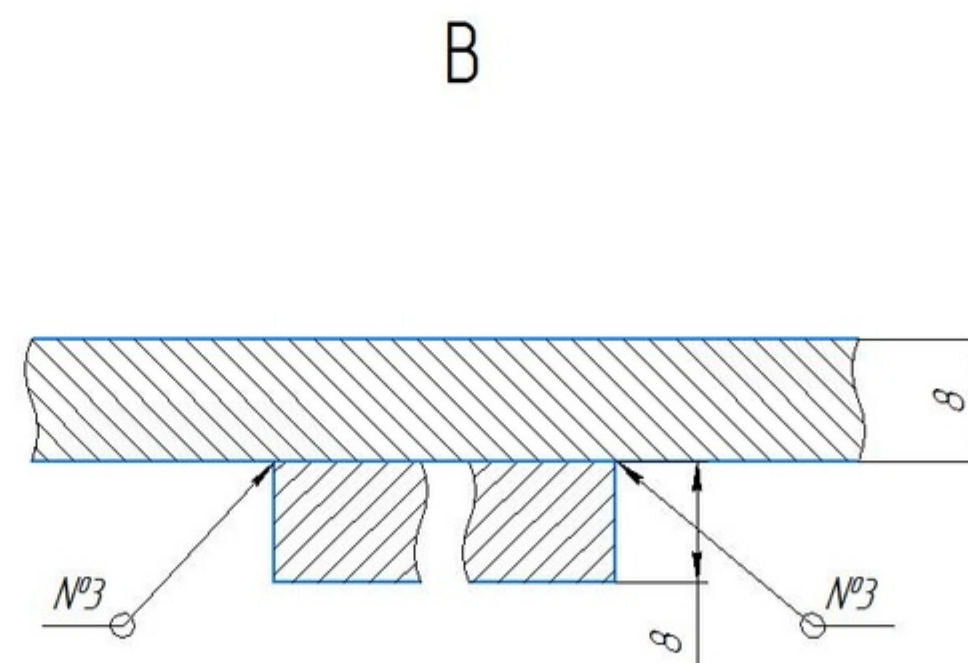
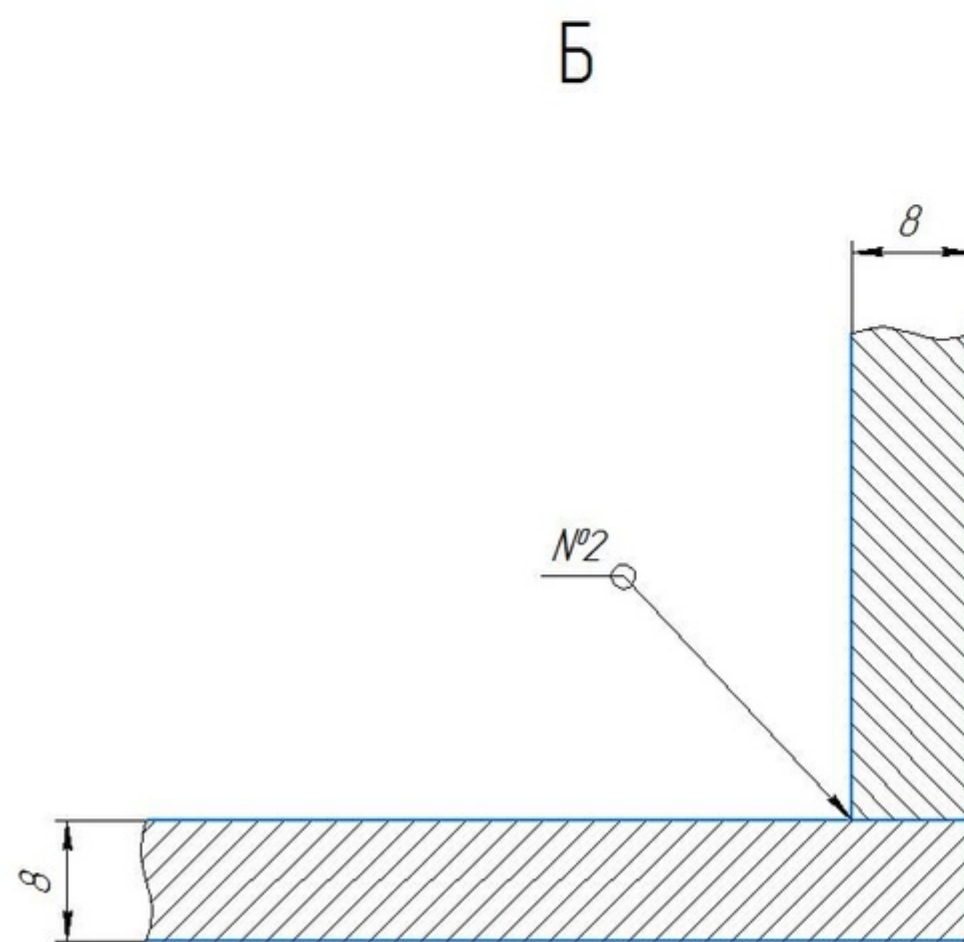
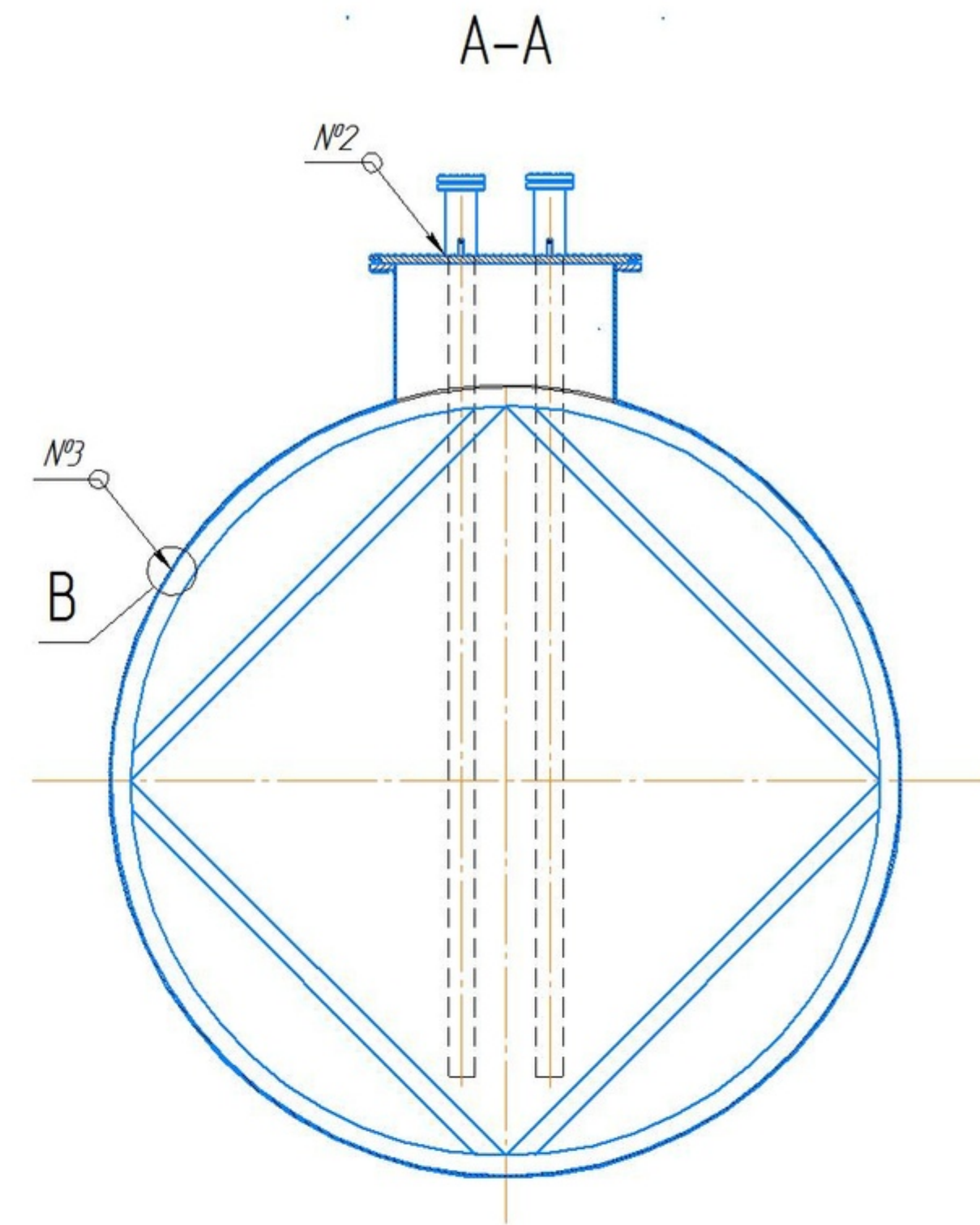
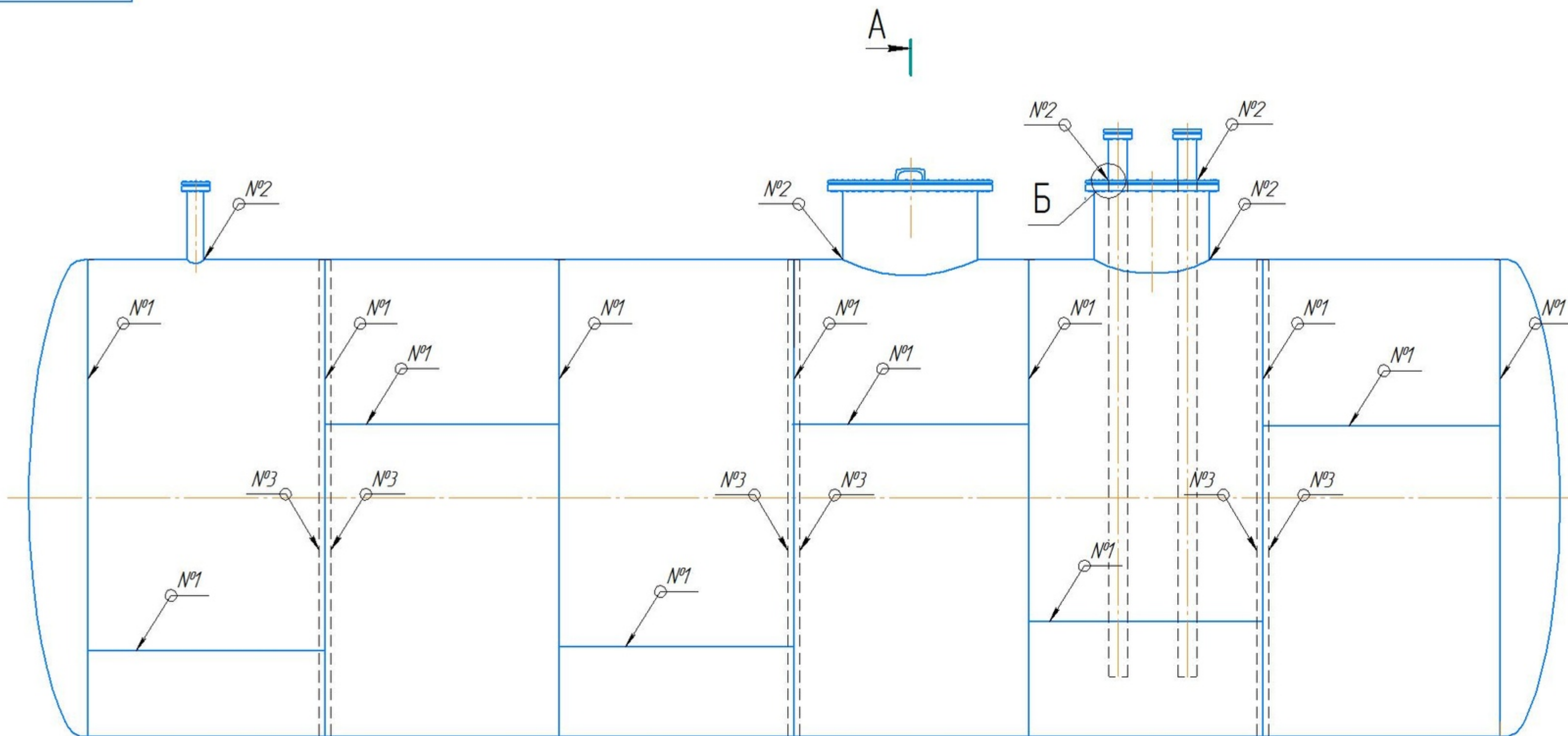


Спецификация к резервуару РГОТ-75

№ поз	Наименование	Кол-во шт.
1	Днище эллиптическое	2
2	Обечайка цилиндрическая	6
3	Патрубок вентиляционный Ду100	1
4	Люк-лаз Ду1000	1
5	Горловина Ду800	1
6	Патрубок зачерпного люка Ду150	1
7	Патрубок заливной Ду150	1
8	Патрубок слива Ду150	1
9	Диафрагма жесткости	3

1. * Размеры для справок
 2. Материал – сталь СтЗсп ГОСТ 380 – 2005
 3. Диафрагмы жесткости 3 шт = шв. №16, L90x8
 4. Неуказанные предельные отклонения Н14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$
 5. Наружное покрытие – Кордон

					ФЮРА.150301.005 СБ					
					Стальной подземный горизонтальный резервуар 75 м ³ для АЗС Сборочный чертеж	Лит	Масса	Масштаб		
Изм	Лист	№ док	Подп	Дата				1:20		
Разраб		Листовиков А.С								
Проб		Гордальнев А.С								
Т.контр										
Рук ОП						Лист	Листов	1		
Н.контр						НИ ТПУ ИШНКС				
Удп						Группа 3-1Б51				
Копировал						Формат А1				



№ шва	Обозначение шва
№1	ГОСТ - 14.771-76 - С17 - УП
№2	ГОСТ - 14.771-76 - У6 - УП
№3	ГОСТ - 14.771-76 - Т1 - УП - 216

1. Материал - сталь Ст3сп ГОСТ 380 - 2005
2. Сварку соединений №2 производить полуавтоматом по ГОСТ 14.771 - 76 в СО₂ по ГОСТ 8050 - 85
3. Сварку соединений №1, №3 производить сварочным трактором по ГОСТ 14.771 - 76 в СО₂ по ГОСТ 8050 - 85
3. Сварочные материалы и технология сварки должны обеспечивать равнопрочность сварных швов основному металлу
4. Изготовление и контроль производить в соответствии с ГОСТ 34.34.7 - 2017 и ГОСТ 17032 - 2010
5. Остальные технические требования по ОСТ 34 - 42 - 566 - 82

ФЮРА.150301.006 СБ									
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стальной подземный горизонтальный резервуар 75 м³ для АЗС		Лист	Масса	Масштаб
Разработ.	Исполнитель АС	Провер.	Гордичев А.С.				1		1:20
Техн. контр.					НИ ТПУ ИШНКБ		Лист	Листов	1
Рук. ОП							3-1851		
Утв.					Копировал		Формат	А1	