

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

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Технология сборки и сварки ресивера</b>
УДК 621.791.01:621.43.053.2

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Савенков Сергей Евгеньевич		01.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С.	к.т.н.		02.06.2022

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	д.э.н.		01.06.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Авдеева И.И.	—		02.06.2022

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Кулагин А.Е.	к.ф.-м.н.		01.06.2022

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	к.т.н.		02.06.2022

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП

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

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

**ПРИКАЗ**

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

**УТВЕРЖДАЮ:**  
 Руководитель ООП/ОПОП  
10.12.2021 Першина А.А.  
 (Подпись)                      (Дата)                      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

<b>ВКР бакалавра</b>
(ВКР бакалавра/ ВКР специалиста/ ВКР магистра)

Студенту:

Группа	ФИО
1В81	Савенкову Сергею Евгеньевичу

Тема работы:

<b>Технология сборки и сварки ресивера</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	09.12.2021 343-10/с

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

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Данное техническое задание распространяется на разработку технологии сборки и сварки ресивера. Данные ресиверы применяются в различных видах промышленности. Главной задачей этого сосуда является хранение сжатого воздуха и его выдача.</p> <p>Потребность в ресиверах с каждым днем возрастает, поэтому их изготовление является перспективным направлением.</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> (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).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзор литературы</li> <li>2. Описание конструкции</li> <li>3. Разработка технологии сборки и сварки             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Выбор способа сварки</li> <li>3.2. Выбор сварочных материалов</li> <li>3.3. Расчет параметров режима сварки</li> <li>3.4. Выбор сварочного оборудования</li> <li>3.5. Заготовительные операции и оборудования для них</li> <li>3.6. Сборочные и сварочные операции</li> <li>3.7. Контроль качества сварных соединений</li> <li>3.8. Дефекты сварки и методы их контроля</li> </ol> </li> <li>4. Комплект технологической документации</li> </ol>
--	--

<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертёжей)</p>	<p>План раскроя заготовок Конструктивные элементы кромок Сборка конструкции Конструктивные элементы шва Схема выполнения сварных швов</p>
--	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Обзор литературы	Киселев А.С., к.т.н., доцент ОЭИ
Описание конструкции	Киселев А.С., к.т.н., доцент ОЭИ
Разработка технологии	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ
Комплект технологической документации	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ
Ресурсоэффективность, ресурсосбережение и финансовый менеджмент	Гасанов М.А., д.э.н., профессор ОСГН
Социальная ответственность	Авдеева И.И., старший преподаватель ООД

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

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С.	к.т.н., доцент		15.10.2021

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Савенков Сергей Евгеньевич		25.10.2021

## Задание для раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Студенту:

Группа	ФИО
1В81	Савенкову Сергею Евгеньевичу

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

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад руководителя – 40000руб. Оклад инженера – 10000 руб.
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премиальный коэффициент руководителя 30%; Премиальный коэффициент инженера 20%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Коэффициент дополнительной заработной платы 15%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 27%

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

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Определение потенциального потребителя результатов исследования; Анализ конкурентных технических решений; SWOT-анализ.
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - расчет трудоемкости выполнения работ ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на НИ: - расчет материальных затрат; - расчет заработной платы (основная и

	Дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Рассчитать показатели финансовой эффективности, ресурсоэффективности и эффективности исполнения

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

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

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	д.э.н.		05.04.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Савенков Сергей Евгеньевич		10.04.2022

## Задание для раздела «Социальная ответственность»

Студенту:

<b>Группа</b>		<b>ФИО</b>	
1В81		Савенков Сергей Евгеньевич	
<b>Школа</b>	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	<b>Отделение (НОЦ)</b>	ОЭИ
<b>Уровень образован ия</b>	Бакалавриат	<b>Направление/ специальность</b>	15.03.01 Машиностроение: Оборудование и технология сварочного производства

Тема ВКР:

<b>Технология сборки и сварки ресивера</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<b>Введение</b>	<p><i>Объект исследования:</i> ресивер цилиндрический</p> <p><i>Область применения:</i> машиностроение, сварочное производство, нефтегазовая промышленность</p> <p><i>Рабочая зона:</i> производственное помещение</p> <p><i>Размеры помещения:</i> 5*5 м и более</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> станок листопрямительный, УШМ, вальцовочный станок ручной, гидравлический пресс, фланжировочная машина, стенд для сварки, аргонодуговой сварочный инвертор, центратор, дефектоскоп</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> сбор и хранение сжатого воздуха, а также выравнивание давления</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</b>	<p>Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением" (от 15 декабря 2020 года N 536);</p> <p>Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»;</p> <p>ТК РФ Статья 221. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты;</p> <p>СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"</p>
<b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</b>	<p><b>Опасные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним;</li> <li>2. Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;</li> <li>3. Ударные волны воздушной среды;</li> <li>4. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека;</li> <li>5. Производственные факторы, связанные с электрическим</li> </ol>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна	-		25.03.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Савенков Сергей Евгеньевич		01.04.2022

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства  
 Уровень образования бакалавриат  
 Отделение электронной инженерии  
 Период выполнения осенний / весенний семестр 2021 /2022 учебного года

Форма представления работы:

<b>ВКР бакалавра</b>
----------------------

(ВКР бакалавра/ ВКР специалиста/ ВКР магистра)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающегося:

Группа	ФИО
1В81	Савенкова Сергея Евгеньевича

Тема работы:

<b>Технология сборки и сварки ресивера</b>
--

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

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.01.2022	Введение	8
05.01.2022	1. Обзор литературы	8
02.02.2022	2. Объект и методы исследования	9
25.02.2022 — 15.03.2022	3. Расчет и аналитика 3.1. Выбор способа сварки 3.2. Выбор сварочных материалов 3.3. Расчет параметров сварки 3.4. Выбор сварочного оборудования 3.5. Заготовительные операции 3.6. Технология сборки и сварки 3.7. Контроль качества сварных соединений 3.8. Дефекты сварки и методы их контроля	9
10.04.2022	4. Результаты разработки	9
01.06.2022	5. Финансовый менеджмент	9
01.06.2022	6. Социальная ответственность	9
23.04.2022	Заключение	9
25.03.2022	Комплект технологической документации	10

**СОСТАВИЛ:****Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С.	к.т.н., доцент		01.01.2022

**СОГЛАСОВАНО:****Руководитель ООП/ОПОП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	к.т.н., доцент		01.01.2022

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Савенков Сергей Евгеньевич		01.01.2022

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 129 с., 6 рис., 32 табл., 51 источник, 3 прил.

Ключевые слова: ресивер, аргон, сварка, проволока, соединение, шов, алюминиевый сплав, металл, документация, изделие, корпус, обечайка, днище, штуцер, контроль.

Объектом исследования (разработки) является технология сборки и сварки ресивера.

Цель работы – совершенствование существующей на предприятии технологии сварки ресивера путем замены полуавтоматической сварки в среде аргона на ручную аргонодуговую сварку неплавящимся электродом.

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

В результате исследования был получен вывод о том, что произведенная замена способа сварки ресивера была выбрана правильно.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: длина ресивера 606,5 мм, диаметр 204 мм, рабочий объем равен 18 м<sup>3</sup>, рабочая температура от минус 40 до плюс 80 °С.

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

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

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

В будущем планируется внедрить разработанную технологию на крупные предприятия.

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**коэффициент наплавки:** Показатель производительности сварочного процесса.

**коэффициент расплавления:** Характеризует расплавление присадочного металла.

**коэффициент потерь металла:** Характеризует потери металла электрода на разбрызгивание, испарение и окисление.

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

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

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

**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.

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

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

требований к сварочным материалам, подготовке, сборке и сварке соединяемых элементов, термической и механической обработке сварных соединений и конструкции в целом.

В данной работе использованы следующие обозначения и сокращения:

КПД – коэффициент полезного действия;

НД – нормативный документ;

НК – неразрушающий контроль;

ВИК – визуальный и измерительный контроль;

УЗК – ультразвуковой контроль;

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

ВАХ – вольтамперная характеристика;

$\psi$  – коэффициент потерь металла;

КСУ – ударная вязкость, кДж/м<sup>2</sup>;

$\sigma_B$  – предел прочности, МПа;

$\sigma_T$  – предел текучести, МПа;

$\delta_5$  – относительное удлинение, МПа;

$d_э$  – диаметр электродного стержня, мм;

$\alpha_H$  – коэффициент наплавки, г/А·ч ;

$F_H$  – площадь поперечного сечения наплавленного металла за проход, мм<sup>2</sup>;

$I_{св}$  – ток сварочной дуги, А;

U – напряжение на дуге, В;

$V_{св}$  – скорость перемещения сварочной дуги, м/ч;

$V_{пр}$  – скорость подачи присадочной проволоки, м/ч;

i – плотность сварочного тока, А/мм<sup>2</sup>;

$\rho$  – плотность металла сварного шва, г/см<sup>3</sup>;

$q_{оз}$  – расход защитного газа на 1 м, л/мин;

$L_H$  – коэффициент наплавки присадочной проволоки, г/ А·ч;

$\gamma$  – удельный вес наплавленного металла, г/см<sup>3</sup>;

К – катет шва, мм;

$K_y$  – коэффициент увеличения.

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ 21631-76 Листы из алюминия и алюминиевых сплавов.
- ГОСТ 7871-75 Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов.
- ГОСТ 10157-2016 Аргон газообразный и жидкий.
- СТБ ЕН 286-1-2004 Сосуды для воздуха или азота, работающие под давлением.
- ГОСТ 8724-2002 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги.
- ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе.
- ГОСТ 16037-80 Соединения сварные.
- ГОСТ 16037-80 Соединения сварные стальных трубопроводов.
- ГОСТ 4784–2019 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые.
- ГОСТ 10157-2016 Аргон газообразный и жидкий.
- ГОСТ 7871-75 Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов.
- ГОСТ 6848-2020 Дуговая сварка и резка. Электроды неплавящиеся вольфрамовые.
- ГОСТ 23949-80 Электроды вольфрамовые сварочные неплавящиеся.
- ГОСТ Р ИСО 17637-2014 Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением.
- ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.

- Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».
- СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
- Приказ Минтруда России № 884н от 11 декабря 2020 г Об утверждении Правил по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ.
- ГОСТ Р 22.0.07-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.
- ГОСТ 12.1.019-2017 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- ГОСТ 31319-2006 (ЕН 14253:2003) Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека.
- Р 2.2.2006-05 ГИГИЕНА ТРУДА. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
- СП 51.13330.2011 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
- СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
- ГОСТ 17.0.0.01-76 Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов Основные положения.
- СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

## Оглавление

Введение .....	21
1 Обзор литературы по исследованию ресивера .....	24
1.1 Основные требования, предъявляемые к конструкции .....	24
1.2 Требования, предъявляемые к сборке и сварке конструкции. ....	25
2 Объект и методы исследования .....	28
2.1 Техническое описание изделия.....	28
2.2 Характеристика основного материала изделия.....	29
2.3 Входной контроль материала для изготовления ресивера .....	30
2.4 Свариваемость АМГЗ.....	31
3 Расчет и аналитика .....	33
3.1 Выбор способа сварки .....	33
3.2 Выбор сварочных материалов .....	34
3.2.1 Выбор защитного газа .....	34
3.2.2 Выбор присадочной проволоки .....	34
3.2.3 Выбор электрода .....	35
3.2.4 Входной контроль сварочных материалов .....	35
3.3 Расчет параметров сварки .....	36
3.3.1 Сварка обечайки.....	37
3.3.2 Сварка днищ с обечайкой.....	39
3.3.3 Сварка штуцера с днищем.....	40
3.4 Выбор сварочного оборудования .....	41
3.5 Заготовительные операции .....	42

3.6	Технология сборки и сварки ресивера.....	43
3.7	Контроль качества сварных соединений .....	44
3.8	Дефекты сварки и методы их контроля.....	45
4	Результаты разработки .....	48
5	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	49
5.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	49
5.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования .....	49
5.1.2	Анализ конкурентных технических решений .....	50
5.1.3	Swot-анализ .....	51
5.2	Планирование научно-исследовательских работ.....	53
5.2.1	Определение структуры работ в рамках научного исследования.....	53
5.2.2	Расчет трудоемкости выполнения работ .....	54
5.2.3	Разработка графика Ганта .....	54
5.2.4	Формирование бюджета затрат на НИ .....	55
5.3	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	61
6	Социальная ответственность .....	64
	Введение по разделу.....	64
6.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	65
6.1.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства..	65

6.1.2 Организационные мероприятия при компоновки рабочей зоны .....	67
6.2 Производственная безопасность .....	69
6.2.1 Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним .....	69
6.2.2 Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы .....	69
6.2.3 Ударные волны воздушной среды .....	70
6.2.4 Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека .....	71
6.2.5 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов .....	71
6.2.6 Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от аргодуговой сварки .....	72
6.2.7 Повышенный уровень общей и локальной вибрации .....	73
6.2.8 Повышенный уровень шума .....	73
6.2.9 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения .....	74

6.2.10 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника .....	74
6.2.11 Монотонность труда и длительное сосредоточенное наблюдение .....	75
6.2.12 Вредные вещества, выделяющиеся при сварке .....	75
6.3 Экологическая безопасность .....	76
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	77
Заключение по разделу .....	79
Заключение .....	81
Список использованных источников .....	82
Приложение А (обязательное) Комплект технологической документации .....	87
Приложение Б (обязательное) Комплект чертежей для изготовления ресивера .....	101
Приложение В (обязательное) Комплект таблиц .....	105

## **Введение**

Ресивер (от англ. receive - получать) - металлический сосуд для хранения сжатой газообразной или жидкой среды.

Главная задача ресивера – сглаживание скачков давления, а также хранение сжатого газа или жидкости под давлением.

Данные резервуары в большинстве случаев представляют собой цилиндрические сосуды с эллипсоидными торцами. Главной частью корпуса ресивера является обечайка, к которой с обеих сторон привариваются днища. В зависимости от назначения такие емкости должны быть оснащены: запорной арматурой, манометром, барометром, приборами для измерения температуры; предохранителями, указателями уровня жидкой среды [12].

В целом, данные резервуары можно встретить в составе различного оборудования, которое является источником хранения, а также производства сжатого воздуха. Также в сосудах могут пребывать различные газы, например, азот, кислород и т.д.

Выделяются следующие виды ресиверов:

### **1. Линейные**

При работе специальное оборудование нуждается в стабильном наполнении жидкостью. При видоизменении тепловой нагрузки существует возможность попадания в них пара. Во избежание этого, устанавливается линейный ресивер, который оказывает помощь в осуществлении равномерного потока жидкой среды, движущейся к регулятору.

### **2. Защитные**

Предназначены для работы в системах подачи хладагента, которые не нуждаются в компрессорах. В ресивер производят слив жидкой среды из испарителей и других устройств.

### **3. Дренажные**

При эксплуатации или ремонте составных частей холодильных установок в дренажные емкости поступает жидкий хладагент, который можно использовать для безостановочной работы циркуляционного насоса.

#### 4. Циркуляционные

Данные устройства применяют в циркуляционном нагнетающем оборудовании, которое организует подачу хладагента, который находится в жидком состоянии, испарительным системам.

Воздушные ресиверы также делятся на горизонтальные и вертикальные. Вертикальные резервуары применяют чаще горизонтальных, так как вертикальные сосуды занимают гораздо меньше места, что положительно сказывается на рациональном использовании производственной площади.

Воздушные ресиверы, когда есть необходимость, объединяют в одну сеть. Можно осуществить это с помощью двух методов: параллельно или последовательно. Каждый из вариантов имеет свои преимущества и изъяны [12].

Параллельное соединение. Достоинство такого метода заключается в следующем: пневматическая система, полученная таким способом, пригодна к простому и быстрому ремонту. Если произойдет поломка какого-либо из сосудов, то его можно быстро и просто отключить, отремонтировать или заменить. Данный метод группировки позволяет эффективно использовать пропускную способность ресиверов.

Последовательное соединение. Достоинством данного метода соединения является очистка сжатого воздуха от конденсата и масляных примесей. Воздушная среда, проходя через все сосуды последовательно, эффективно избавляется от вредных включений. Недостатком данного метода является сопротивление отдельных сосудов, что приводит к снижению пропускной способности системы.

Таким образом, актуальность темы ВКР связана с возрастающим спросом на ресиверы, а их изготовление является перспективным направлением промышленности.

Цель работы – улучшение существующей на предприятии технологии сварки ресивера путем замены полуавтоматической сварки в среде защитных газов на аргонодуговую сварку неплавящимся электродом с присадочной проволокой.

Объектом исследования является технология сборки и сварки ресивера для пневмосистемы продувочного пистолета.

Предметом исследования является совершенствование существующей технологии сварки исследуемого ресивера.

Результаты, приведенные в выпускной квалификационной работе, имеется возможность использовать на различных предприятиях и производствах, изготавливающих данное оборудование.

## **1 Обзор литературы по исследованию ресивера**

### **1.1 Основные требования, предъявляемые к конструкции**

Согласно СТБ ЕН 286-1-2004 [16] к конструкции резервуаров предъявляются следующие основные условия:

- Корпус ресивера должен быть надежным в течение всего срока службы. Конструкция должна быть безопасной при изготовлении, монтаже и эксплуатации, должна быть предусмотрена возможность осмотра внешней и внутренней поверхности сосуда, также должна быть обеспечена очистка, продувка и ремонт, контроль технического состояния емкости при диагностике и отсутствия давления перед открытием.

- Если невозможно провести осмотр или какое-либо испытание, то разработчик ресивера должен в технической документации на сосуд указать методику, частоту и объем контроля емкости.

- Срок службы ресивера устанавливает разработчик. Его можно увидеть в технической документации.

- При разработке сосудов следует учитывать требования по правилам перевозки ж/д, водным и автомобильным транспортом. Сосуды, которые нельзя транспортировать в собранном виде, должны быть спроектированы из частей, соответствующих по габаритам, которые будут соответствовать требованиям. Деление сосуда на транспортируемые части указывается в технической документации.

- Транспортируемые сосуды или их части должны иметь строповые устройства для проведения их погрузки или разгрузки, подъема и установки в необходимое положение.

- Сварные швы необходимо всегда оставлять доступными для проведения их контроля.

- Возможно использование технологических штуцеров, горловин и других элементов сосудов при подтверждении расчетом на прочность.

## 1.2 Требования, предъявляемые к сборке и сварке конструкции.

Сварка алюминиевого сплава АМГЗ выполняется различными способами, но наиболее часто пользуются тремя основными, которые изложены ниже [4].

1. Ручная дуговая сварка плавящимися электродами (ММА). Данный способ является самым распространенным в быту, так как инверторы для РДС являются экономически выгодными, но наименее качественным. Поэтому не используется в масштабах производства.

2. Полуавтоматическая сварка проволокой в среде защитного газа (MIG). Данный метод является наиболее эффективным, так как он быстрый, образующий ровный шов. Хорошо подходит для деталей больших толщин.

3. Аргонодуговая сварка неплавящимися электродами (TIG) переменным током. Обычно используют инверторы для аргонодуговой сварки. Является эффективным способом сварки тонких заготовок, поэтому его использование целесообразно для сварки ресиверов.

Сварка алюминия и его сплавов имеет ряд сложностей, которые могут негативно влиять на качество и прочность сварного шва. Это объясняется определенными особенностями данного металла:

- главная проблема – окисная пленка. Она плавится при достаточно высокой температуре – 2044 С°. А сам металл плавится при температуре 660 С°;
- во время сварки в области сварки образуются капли сварного металла, на которых мгновенно образуется окисная пленка. Она не позволяет получить равномерное соединение. Для предотвращения всех затруднений сварка должна выполняться в среде защитного газа. Чаще всего используют аргон;

- алюминий при расплавлении становится текучим, поэтому формирование ванны становится затруднительным. Для предотвращения этой проблемы рекомендуется применять специальные подкладки с теплоотводящей структурой;

- в составе алюминия содержится водород в растворенном виде. Во время застывания металла он выходит наружу, что приводит к появлению в шовной области пор и трещин. Многие сплавы из алюминия имеют в составе повышенный уровень кремния, способствующий появлению трещин при охлаждении изделия;

- алюминий обладает высоким коэффициентом линейного расширения, посредством этого возникает сильная усадка металла во время его застывания. Это приводит к деформированию соединений у изделия.

Согласно СТБ ЕН 286-1-2004 [16] к данной конструкции предъявляются следующие требования на сборку и сварку:

- Сварку корпусов сосудов, а также их деталей должны проводить аттестованные сварщики согласно ПБ 03-273–99 [20];

- Ресиверы в зависимости от конструкции и размеров могут быть изготовлены посредством всех видов промышленной сварки, кроме газовой. Применение газовой сварки допускается только для труб и змеевиков диаметром до 80 мм и толщиной стенки не более 4 мм;

- Сварку и наплавку емкостей необходимо осуществлять в соответствии с требованиями технических условий на изготовление или технологической документации;

- Все сварочные работы при изготовлении сосудов необходимо проводить при температурах выше 0 по Цельсию;

- Форма подготовки кромок должна соответствовать требованиям технической и проектной документации;

– Кромки подготовленных под сварку элементов сосуда должны быть зачищены от окисной пленки и загрязнений на ширину не менее 20 мм. Кромки должны проходить визуальный контроль.

– Размеры дефектов не должны превышать допустимых размеров для сварных соединений соответствующих групп сосудов и аппаратов.

– Каждый сварной шов должен иметь клеймо сварщика, который выполнял этот шов.

## 2 Объект и методы исследования

### 2.1 Техническое описание изделия

Ресивер предназначен для хранения сжатого воздуха в пневмосистеме продувочного пистолета (специализированный пневмоинструмент, которым обеспечивается направление потока сжатого воздуха). Широкая сфера применения делает пистолет незаменимым аксессуаром для специалистов, работающих в крупных мастерских и производственных цехах. Данный сосуд пользуется спросом и на масштабных производствах, используется и в машиностроении, и в нефтегазовой промышленности, и даже в сварочном производстве [12].

Форма ресивера – цилиндрическая, форма днища – эллиптическая;

Объем исследуемого сосуда равен 18 л;

Толщина стенок: 2 мм.

Ресивер состоит из следующих основных частей (рисунок 1):

1 – Днище ( $D=204$  мм,  $L=22,5$  мм) – 2 шт. В одном из днищ по центру имеется отверстие ( $D=30$  мм) для соединения с ним штуцера;

2 – Обечайка ( $D=204$  мм,  $L=500$  мм);

3 – Штуцер ( $D=30$  мм,  $L=60$  мм). Толщина стенок штуцера соответствует толщине основной части резервуара.

Длина всего ресивера ( $L$ ) = 606,5 мм.

Технические характеристики резервуара представлены в таблице 1.

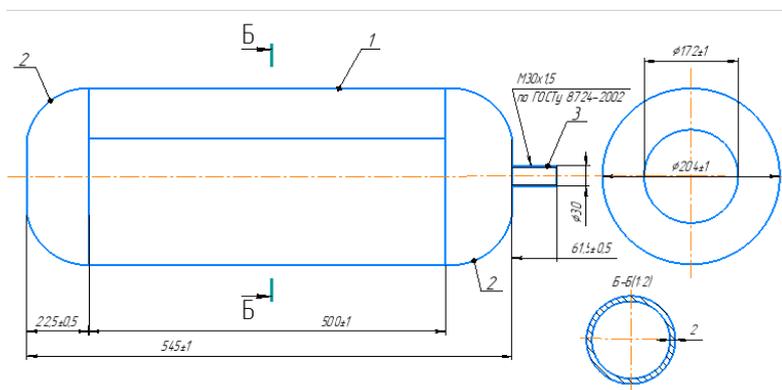


Рисунок 1 – Чертеж ресивера

Таблица 1 – Технические характеристики резервуара

Наименование параметра	Значение
Назначение ресивера	Хранение воздушной среды
Рабочее давление, МПа	2,1
Эксплуатационная температура, °С	От -40 до +80
Предел текучести $\sigma_T$ , Н/мм	90
Предел прочности $\sigma_B$ , Н/мм	195
Ударная вязкость КСУ, кДж/м <sup>2</sup>	0,4
Основной материал	АМг3

## 2.2 Характеристика основного материала изделия

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

Согласно СТБ ЕН 286-1-2004 [16] принимаем за основной материал алюминиевый сплав – АМг3.

Сплав АМг3 выпускается в соответствии с ГОСТ 4784–2019 [21], определяющем его химический состав. Выпускается в виде труб, прутков, листов, лент, плит, профилей.

Данный сплав широко используется в строительстве, промышленности (в том числе пищевой), машиностроении. Из него производят различные емкости, сварные конструкции и др.

Он хорошо деформируется, обладает высокой стойкостью к коррозии и сваривается всеми способами, поддается резке, но не является твердым материалом ( $HV = 45$  МПа). Модуль упругости АМг3 низкий. Из-за содержания в нем магния имеет меньшую плотность по отношению к чистому алюминию, разница составляет около 0,01 г/см<sup>3</sup>.

Стоит отметить, что с увеличением магния в составе сплава увеличивается твердость полуфабрикатов, а пластические свойства

ухудшаются. Магналии АМг1 - АМг4 характеризуются как хорошо деформируемые в холодном и горячем состоянии.

Химический состав, механические и физические свойства представлены в таблицах 2-4 согласно ГОСТ 4784-2019 [21]. Данные таблицы представлены в приложении В.

Исходя из состава и свойств, выбранный материал подходит для изготовления ресивера.

### **2.3 Входной контроль материала для изготовления ресивера**

Согласно ГОСТ 24297-87 [50]:

- к входному контролю допускается продукция, принятая ОТК, представительством заказчика, Государственной приемкой предприятия-поставщика и поступившая с сопроводительной документацией, оформленной в установленном порядке;

- при осуществлении входного контроля требуется:

- 1) проверить документы, которые удостоверяют качество продукции, зарегистрировать продукт в журнале учета результатов входного контроля;

- 2) проконтролировать отбор работниками выборок или проб, проверить укомплектованность, упаковку, маркировку, внешний вид и заполнить акт отбора выборок или проб;

- 3) провести контроль качества продукции по технологическому процессу входного контроля;

- подразделение, которое получило на испытания выборки или пробы, проводит их анализ в установленные сроки и после проверки дает заключение о соответствии испытанных выборок или проб установленным требованиям;

- результаты испытаний должны быть переданы в производство вместе с проверенной продукцией;

- в производство должна передаваться продукция с соответствующей отметкой в учетных или сопроводительных документах. Допускается клеймение принятой продукции;
- продукция, поступившая от поставщика до проведения входного контроля, должна храниться отдельно от принятой и забракованной входным контролем;
- забракованная при входном контроле продукция должна маркироваться "Брак" и направляться в изолятор брака.

## 2.4 Свариваемость АМгЗ

Важным свойством металла является его свариваемость.

Свариваемость – свойство металлов или их сочетания создавать при установленной технологии сварки неразъемное соединение, которое будет отвечать требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия.

Теплопроводность алюминиевых сплавов значительно выше, чем у низколегированной стали, также больше и теплоемкость. Для расплавления алюминия необходимо больше теплоты, чем для стали, поэтому необходима повышенная тепловая мощность.

Алюминиевые сплавы легко поддаются окислению, на их поверхности мгновенно возникает окисная пленка, которая не пропускает воздух. Она имеет прочность до 200 МПа и плотность 3,6 г/см<sup>3</sup>, а ее температура плавления 2050 °С [7]. При нагреве сплав расплавляется раньше пленки. При сварке нерасплавившаяся пленка раскалывается и тонет в сварочной ванне, образуя включения в Ме шва. Поэтому при сварке ее обычно счищают или раздробливают.

Расплавленный алюминиевый сплав обладает большой жидкотекучестью, а это оказывает негативное влияние на формирование шва

при сварке со сквозным проплавлением кромок. Могут образоваться прожоги, неравномерно формируется проплав.

Жидкий сплав в одном объеме может растворить до 600 объемов водорода, но при затвердевании растворимость снижается, и водород начинает выделяться из расплава, происходит образование пор. Поэтому нельзя допускать попадание влаги, то есть тщательно подготавливать поверхность перед сваркой. Также для исключения пор можно создавать окислительную атмосферу, добавляя в аргон до 1,5 % кислорода.

Сплав АМгЗ хорошо сваривается аргонодуговой, точечной и шовной сваркой. Прочность сварного соединения при аргонодуговой сварке составляет >95% от  $\sigma_{\text{в}}$  основного металла. Сварные швы имеют хорошую пластичность [7].

### **3 Расчет и аналитика**

#### **3.1 Выбор способа сварки**

Различные емкости с учетом конструкции и габаритов изготавливаются с применением всех аттестованных видов сварки.

Основные факторы, которые влияют на выбор способа сварки:

- хим. состав материала заготовки;
- свариваемость материала;
- толщина стенки сосуда;
- производительность способа сварки;
- конфигурация, длина и положение сварных швов;
- экономические показатели.

Основной материал объекта исследования в данной работе – алюминиевый сплав АМгЗ. Сплав имеет хорошую свариваемость без ограничений [21].

Разрабатываемый ресивер имеет небольшие габариты, поэтому можно принимать любые положения сварки, но целесообразно будет принять для удобства нижнее положение. Если учесть конфигурацию, длину швов, а также толщину стенки, которая равна 2 мм, то рационально будет использовать ручную аргодуговую сварку неплавящимся электродом с подачей присадочной проволоки, так как данный способ будет более экономичен и производителен [6].

Преимущества данного способа:

- уменьшение дефектов в сварных швах посредством защитного газа;
- уменьшение деформации металла за счет небольшой зоны нагрева;
- аккуратные швы;
- нет разбрызгивания металла, так как отсутствует капельный перенос;

- возможность сварки любого цветного металла;
- отсутствие шлака.

Исходя из вышесказанного, разумно использовать РАД сварку вольфрамовым электродом согласно ГОСТ 14771-76 [18].

## **3.2 Выбор сварочных материалов**

### **3.2.1 Выбор защитного газа**

Сварка вольфрамовым электродом производится в инертном газе. Газ выполняет ряд функций, а именно в процессе сварки вытесняет из зоны сварки окружающий воздух, тем самым не давая ему взаимодействовать со сварочной ванной и электродом. Газ также выполняет функциональную передачу тока и тепла через дугу. В TIG сварке используется два газа: аргон и гелий. Аг используется гораздо чаще. Также они могут смешиваться друг с другом, или смешиваться с другими газами, которые вступают в связь с кислородом. Это может быть водород или азот.

Для сварки сплава АМгЗ может применяться аргон, гелий, либо смесь аргона и гелия. Экономичнее и производительнее использовать только аргон. Поэтому для проведения сварочных работ для АМгЗ применятся 1 сорт аргона, он должен содержать не менее 99,987% аргона в соответствии с ГОСТ 10157-2016. Требования к чистоте газа представлены в таблице 5 [15].

Таблица 5 – Требования к чистоте используемого газа

Ar, %	O <sub>2</sub> , %	N <sub>2</sub> , %	CO <sub>2</sub> , %	Водяные пары, %	Температура насыщения, К
Не менее 99,987	Не более 0,002	Не более 0,001	Не более 0,0005	Не более 0,01	Не более 215

### **3.2.2 Выбор присадочной проволоки**

Выбор присадочной проволоки производится как по металлургическим, так и по технологическим свойствам. Согласно ГОСТ 7871-75 для сплава АМгЗ

применяется проволока Св-АМгЗ [14]. Ее химический состав представлен в таблице 6 (приложение В). Диаметр присадочной проволоки равен 2 мм.

### **3.2.3 Выбор электрода**

WP – вольфрамовый электрод, который содержит не менее 99,5% вольфрама. Такие электроды обеспечивают хорошую устойчивость дуги при сварке на переменном токе. WP предпочтительны для сварки на переменном синусоидальном токе алюминия, магния и их сплавов.

Они обеспечивают устойчивость дуги в аргоновой, и в гелиевой среде. Рабочий конец электрода формируют в виде шарика, так как его тепловая нагрузка ограничена. Зажечь дугу данными электродами не вызывает особого труда. Также они имеют большой срок службы и выдерживают высокую токовую нагрузку. Поэтому для сплава АМгЗ целесообразно использовать электроды марки WP согласно ГОСТ 6848-2020. Диаметр электрода выбираем 2 мм, так как толщина основного материала стенок ресивера равна 2 мм.

Требования к химическому составу представлены в таблице 7 (приложение В) [24].

### **3.2.4 Входной контроль сварочных материалов**

Электроды (ГОСТ 23949-80) [25]:

- принимают партиями. Партия должна состоять из электродов, изготовленных из шихты одного приготовления, а также оформлена одним документом о качестве;
- для определения присадок из партии выбирают 3-5 сваренных или спеченных штабиков;
- проверка соответствия проводится на каждом электроде;
- при получении неудовлетворительных результатов по химическому составу проводятся повторные испытания на удвоенной выборке, взятой из той же партии.

Газ (ГОСТ 10157-2016) [22]:

- газообразный и жидкий аргон принимают партиями. При поставке аргона в специальных емкостях партией считается каждая цистерна. Каждая партия жидкого и газообразного аргона должна сопровождаться документом о качестве;

- для определения объемной доли кислорода и объемной доли водяных паров отбирают один баллон от общего количества баллонов, одновременно заполненных аргоном из общего трубопровода на одном или нескольких наполнительных коллекторах. При получении неудовлетворительных результатов анализа проводят повторный анализ на удвоенной выборке;

- для контроля качества жидкого аргона пробу отбирают от каждой транспортной цистерны. Допускается отбирать производителем пробу из стационарной емкости перед наполнением автоцистерн.

Присадочная проволока (ГОСТ 7871-75) [23]:

- проволоку принимают партиями. Партия должна состоять из проволоки одной марки сплава, одного диаметра, одной плавки, одного состояния материала и оформлена одним документом о качестве;

- каждая катушка или пучок подвергается проверке размеров и качества поверхности проволоки;

- для проверки химического состава проволоки должно отбирать 3% катушек, бухт или пучков от каждой партии, но не менее 2-ух катушек, бухт или пучков;

- каждая упаковка проверяется на герметичность.

### **3.3 Расчет параметров сварки**

В данной работе сварка ресивера разделена на 3 части:

1. Сварка обечайки;
2. Сварка днищ с обечайкой;

### 3. Сварка штуцера с днищем.

Каждое соединение необходимо сваривать в нижнем положении на переменном токе обратной полярности. Также следует производить сварку за один проход. Диаметр сопла (DC) должен составлять 10 мм, длина выступающего из сопла электрода ( $l_э$ ) должна быть 1 мм для стыкового соединения и 4 мм для углового соединения. Длину дуги ( $l_с$ ) необходимо поддерживать в пределах 1,5-3 мм. Подача присадочной проволоки осуществляется вручную.

#### 3.3.1 Сварка обечайки

Для сварки обечайки целесообразно применять одностороннее стыковое соединение с разделкой кромок. Согласно ГОСТ 14771-76 был выбран тип соединения С2 [18] с параметрами, указанными в таблице 8 (приложение В).

Конструктивные элементы показаны на рисунке 2.

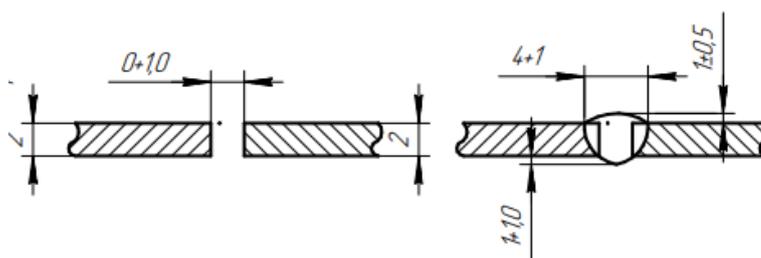


Рисунок 2 – Подготовка кромок и форма шва сварного соединения

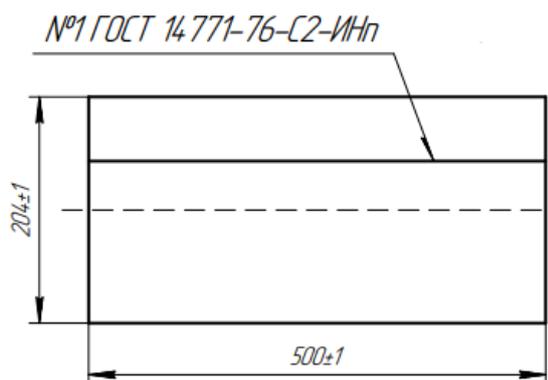


Рисунок 3 – Сварка обечайки

Расчет режима сварки обечайки [11]:

Величина силы сварочного тока  $I_{св}$  определяется по форму

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi \cdot d_3^2 \cdot i}{4}, \quad (3.1)$$

где  $d_3$  – диаметр электрода;

$i$  – плотность сварочного тока (при сварке в защитных газах составляет 100-150 А/мм<sup>2</sup>).

Тогда:

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi \cdot d_3^2 \cdot i}{4} = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 100}{4} = 157 \text{ А.}$$

Напряжение  $U$  дуги рассчитывается по формуле:

$$U = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{d}} \cdot I_{\text{св}} \pm 1 = 20 + \frac{0,05}{1,41} \pm 1 \approx 20 \text{ В.} \quad (3.2)$$

Скорость сварки  $V_c$  определяется по формуле:

$$V_c = \frac{\alpha_n \cdot I_{\text{св}}}{\rho \cdot F_n}, \quad (3.3)$$

где  $\alpha_n$  – коэффициент наплавки металла (г/А·ч);

$\rho$  – плотность металла сварного шва (г/см<sup>3</sup>);

$F_n$  – площадь поперечного сечения шва (мм<sup>2</sup>).

Тогда:

$$V_c = \frac{\alpha_n \cdot I_{\text{св}}}{\rho \cdot F_n} = \frac{5,9 \cdot 157}{2,67 \cdot 5} \approx 69,4 \text{ м/ч.}$$

$$F_n = S \cdot b + 0,75 \cdot l \cdot g = 2 \cdot 1 + 0,75 \cdot 4 \cdot 1 = 2 + 3 = 5 \text{ мм}^2. \quad (3.4)$$

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi), \quad (3.5)$$

где  $\alpha_p$  – коэффициент расплавления;

$\psi$  – коэффициент потерь металла (0,1 – 0,15).

$$\alpha_p = 2 + 0,06 \cdot \frac{I_{\text{св}}}{d_3} = 2 + 0,06 \cdot \frac{157}{2} = 6,71 \text{ г/(А · ч)}. \quad (3.6)$$

Отсюда:

$$\alpha_n = 6,71 \cdot (1 - 0,12) = 5,9 \text{ г/(А · ч)}.$$

Расход защитного газа  $q_{\text{оз}}$  напрямую зависит от напряжения и силы сварочного тока. По полученным данным получается, что на 1 м сварочного шва  $q_{\text{оз}} = 9$  л/мин.

Полученные при расчете параметры режима РАД сварки обечайки представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Режимы сварки обечайки

ПС	НП	ДС	$l_c$	$l_b$	U	$I_{св}$	$V_c$	$q_{оз}$
Н	1	10	1.5	1	26	157	69,4	9

ПС – положение сварки (Н – нижнее);

НП – номер прохода (один проход);

ДС – диаметр сопла, мм;

$l_c$  – расстояние от торца сопла до поверхности свариваемых деталей, мм;

$l_b$  – вылет электрода (расстояние от точки токоподвода до конца электрода, на котором горит дуга), мм;

U – напряжение дуги, В;

$I_{св}$  – сила сварочного тока, А;

$V_c$  – скорость сварки, м/ч;

$q_{оз}$  – расход защитного (плазмообразующего) газа для основной защиты в единицу времени, л/мин.

### 3.3.2 Сварка днищ с обечайкой

Днища резервуара привариваются к обечайке кольцевыми стыковыми швами типа С2 [18]. Сварка производится на тех же режимах, что и сварка обечайки (п.3.3.1). На рисунке 4 показана приварка днищ к обечайке.

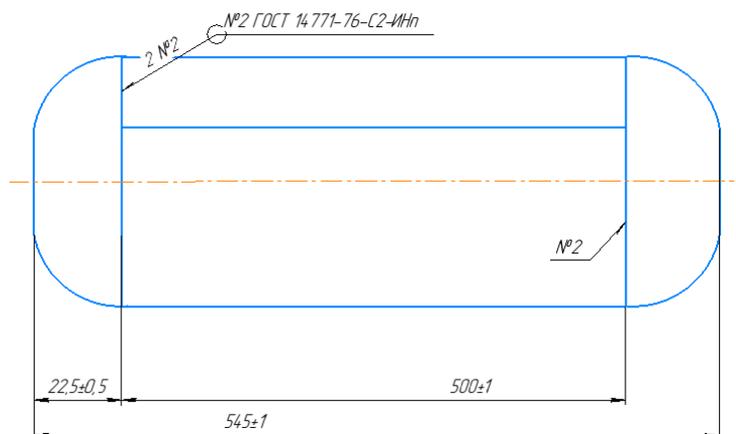


Рисунок 4 – сварка днищ с обечайкой

### 3.3.3 Сварка штуцера с днищем

Для сварки штуцера с корпусом ресивера разумно применять угловое одностороннее кольцевое соединение с разделкой кромок. Согласно ГОСТ 16037-80 был выбран тип соединения У17 с параметрами, указанными в таблице 10.

Таблица 10 – Параметры соединения У17 [19]

Условное обозначение	Способ сварки	S <sub>1</sub>	b, не более	К
У17	ЗН	2	2	2,6

Конструктивные элементы показаны на рисунке 5.

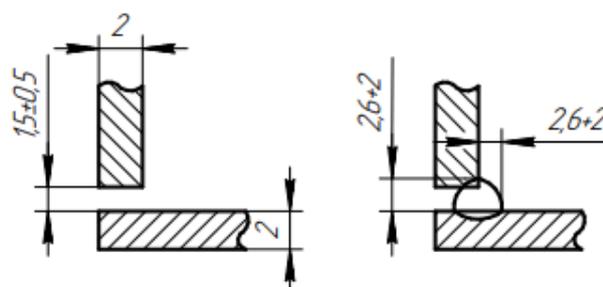


Рисунок 5 – Подготовка кромок и форма шва сварного соединения

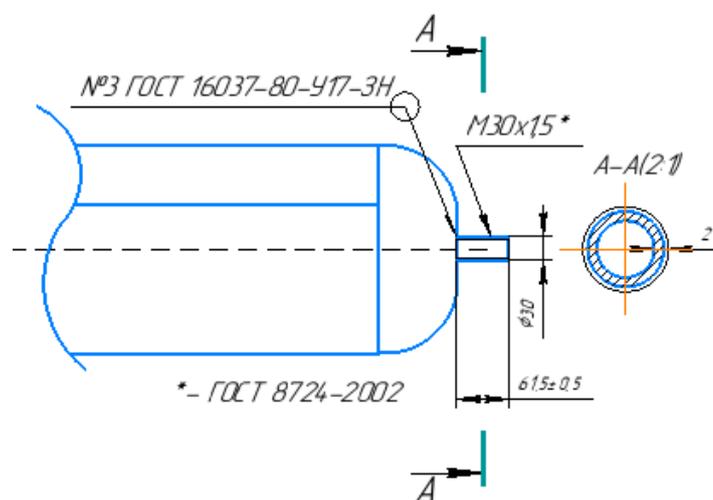


Рисунок 6 – Сварка штуцера с днищем

Расчет режима сварки штуцера:

Сила сварочного тока, напряжение и расход аргона рассчитаны в п.3.3.1.

Скорость сварки определяется по формуле:

$$V_c = \frac{L_H \cdot I_{св}}{\gamma \cdot F_H} = \frac{5,9 \cdot 157}{2,67 \cdot 5,07} = 68,4 \text{ м/ч}, \quad (3.7)$$

где  $L_H$  – коэффициент наплавки присадочной проволоки (5,9 г/(А·ч));

$\gamma$  – удельный вес наплавленного металла (2,67 г/см<sup>3</sup>);

$F_H$  – площадь поперечного сечения шва (мм<sup>2</sup>).

$$F_H = \frac{K_y \cdot K^2}{2}, \quad (3.8)$$

где  $K_y$  – коэффициент увеличения (1,5);

$K$  – катет шва (мм).

Тогда:

$$F_H = \frac{K_y \cdot K^2}{2} = \frac{1,5 \cdot 6,76}{2} = 5,07 \text{ мм}^2.$$

Полученные при расчете параметры режима РАД сварки штуцера представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Режимы сварки штуцера

ПС	НП	DC	lc	lэ	U	I <sub>св</sub>	V <sub>c</sub>	q <sub>оз</sub>
Н	1	10	1,5	4	26	157	68,4	9

### 3.4 Выбор сварочного оборудования

Для эффективной сварки ресивера необходимо использовать аргонодуговой сварочный инвертор, который можно использовать для сварки алюминиевых сплавов на переменном токе. Наиболее функциональным и экономичным является инвертор Aurora PRO INTER TIG 200 AC/DC PULSE Mosfet 10052 [8]. В данной работе принимаем его для осуществления сварочных работ.

Преимущества данного оборудования:

- мощность генератора (рекоменд.) – 10 кВт;
- диапазон рабочей температуры от -10 до +40 градусов Цельсия;
- работа при низком напряжении питающей сети;

- высокий класс изоляции проводки (F);
- 2-х и 4-х тактный режим работы;
- безопасная эксплуатация;
- пульт ДУ;
- крепкий корпус;
- удобная транспортировка за счет небольших габаритов и веса;
- защита от перегрева (наличие большого числа отверстий в корпусе для охлаждения).

Основные параметры инвертора представлены в таблице 12 (приложение В).

### **3.5 Заготовительные операции**

Заготовительными операциями при производстве ресиверов являются: правка, резка, вальцовка, штамповка, гибка кромок.

1. Правка листового проката осуществляется на листопрямильном станке. Принцип работы: лист металла направляют в зазор между цилиндрическими валками, которые расположены в шахматном порядке. Лист несколько раз пропускается через линию валков, посредством этого он изгибается. Из-за этого в прокате возникают упругопластические или пластические деформации, которые растягивают листовой прокат и устраняют его неровности. Для данной операции выбран станок листопрямильный серии СПРП-2, подходящий для алюминиевого сплава АМгЗ.

2. Резка включает в себя разметку деталей (производится мелом по готовым шаблонам), раскрой и резку проката (производится УШМ, а резка отверстия производится дрелью). Для резки выбрана УШМ-115/800 589.1.0.00 ИНТЕРСКОЛ, а для вырезки отверстия – Д-13/700ЭР [8].

3. Вальцовка обечайки осуществляется на вальцовочном станке посредством гибки заготовленного листа, проведения его через вальцы, а также

его контролем (шаблоны диаметров для вальцевания листового проката). Для операции выбран вальцовочный станок ручной Isitan R 1050x75, удовлетворяющий все требования.

4. Штамповка днищ выполняется на гидравлическом прессе. Две заготовки в процессе штамповки получают необходимую форму. Выбран гидравлический пресс ПС-250.

5. Гибка кромок у подготовленных заготовок проводится на фланжировочной машине. Принцип работы: машина придает необходимый радиус, постепенно выдавливая края днища по формообразующему ролику при взаимодействии систем станка. Для этой операции целесообразно использовать фланжировочную машину SAHINLER EFM 6.

### **3.6 Технология сборки и сварки ресивера**

Сборочно-сварочные операции при изготовлении ресивера из алюминиевого сплава АМгЗ подразделяются на: сварку продольного стыкового шва обечайки, сварку продольных кольцевых швов эллиптических днищ и обечайки, а также сварку кольцевого углового шва штуцера и корпуса ресивера.

1. Для сварки продольного стыкового шва вальцованный лист обечайки очищают от окисной пленки, затем укладывают на специальный стенд для сварки, который позволяет составить стык, выставить требуемый зазор с помощью винтовых стяжек. Далее выполняют прихватки по всей длине, каждые 50-100 мм, длина прихватки 12-15 мм, проверяют соединение на наличие поверхностных дефектов и удаляют их в случае обнаружения, после этого выполняют последовательно РАД сварку от центра к краям. После всех действий производится контроль сварного соединения.

2. После изготовления обечайки к ней привариваются эллиптические днища. Заготовки очищаются от окисной пленки, укладываются на центратор для сварки, затем выполняются не менее 3-х прихваток длиной 12-15 мм,

равномерно распределенных по кругу, проверяют соединение на наличие поверхностных дефектов и удаляют их в случае обнаружения. После чего выполняется РАД сварка и проводится контроль сварного соединения.

3. После изготовления корпуса к нему приваривается штуцер. Заготовки очищаются от окисной пленки, выравнивают кромки и состыковывают. Затем выполняется 2 прихватки длиной 2-5 мм, расположенных противоположно друг другу. После этого осуществляется РАД сварка и производится контроль сварного соединения. В конце необходимо нарезать наружную резьбу на штуцере.

Маршрутная технология сборки и сварки ресивера состоит из:

- сборки и сварки обечайки;
- приварки днищ к обечайке;
- приварки штуцера к корпусу сосуда.

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

### **3.7 Контроль качества сварных соединений**

Контроль качества сварных соединений выполняется согласно СТБ ЕН 286-1-2004 [16]. При контроле качества проводится визуально – измерительный контроль и ультразвуковой на протяжении всех сборочно – сварочных операций.

Согласно СТБ ЕН 286-1-2004 в сварных соединениях не допускаются поверхностные и внутренние дефекты, такие как поры, свищи, прожоги, непровары и другие.

Визуально – измерительный контроль и измерение сварных швов следует проводить в соответствии с ГОСТ Р ИСО 17637-2014 [26] после очистки швов и основного металла от брызг и других загрязнений. Все сварные швы должны быть проверены на поверхностные дефекты, которые не

допустимы по требованиям стандарта. Данный контроль необходимо проводить в местах, где возможно полная проверка шва с двух сторон и по всей длине.

Для того, чтобы выявить внутренние дефекты, необходимо пользоваться методами неразрушающего контроля, например, ультразвуковым методом.

Ультразвуковой контроль сварных соединений проводится согласно ГОСТ Р 55724–2013 [27]. При проведении ультразвукового контроля используют ультразвуковые дефектоскопы. Дефектоскопы должны быть аттестованы и проверены.

Для проведения УЗК преобразователь перемещают в околошовной зоне. Поверхность сварных соединений должна быть очищена от загрязнений и замаркирована. Для проведения ультразвукового контроля изготавливаемого ресивера используется дефектоскоп УД2-12 [9], который предназначен для обнаружения внутренних дефектов и определения их координат.

Также после проведения ВИК и УЗК проводят контроль на герметичность (испытание водой) согласно СТБ ЕН 286-1-2004 [16].

### **3.8 Дефекты сварки и методы их контроля**

Часто при сварочном процессе возникают деформации, которые негативно влияют на участок сварки. При сварке алюминиевых сплавов чаще всего появляются такие дефекты как [7]:

- Отклонение по высоте и ширине швов, их катету;
- Прожог (чаще всего при маленьких толщинах);
- Непровар (при больших толщинах);
- Трещины;
- Пористость;
- Нагар;
- Цвета побежалости.

Для предотвращения данных дефектов, а также во избежание негативного воздействия на производительность сварки необходимо выполнять ряд действий:

1. Для таких проблем, как горячие растрескивания, необходимо только выбрать присадочный металл, который будет соответствовать химическим свойствам, обуславливающим низкую чувствительность к растрескиванию.

Растрескивание под напряжением можно предотвратить, если использовать присадочные материалы, в составе которых есть кремний. Такие присадки снижают усадочные напряжения в трещинопасных зонах (начало и конец сварного шва). При увеличении скорости движения электрода также уменьшается вероятность появления трещин, так как ЗТВ сужается и снижается количество расплавленного основного металла.

Также для предотвращения трещин используют предварительный подогрев. Посредством него практически все остаточные напряжения в основном металле исчезают в процессе сварки и после нее. Для сплава АМгЗ не нужен предварительный подогрев, так как может снизиться предел прочности на растяжение основного металла.

При появлении трещины после сварки необходимо их полностью удалять, зачищать и подваривать.

2. Использование сварки в защитных газах – хорошая защита от прожога алюминиевого сплава маленькой толщины (до 3 мм). Сварку необходимо производить на переменном токе. Сочетание высокого пикового и низкого базового токов снижает подвод теплоты, отсюда и предотвращается прожог. Необходимо следить за величиной сварочного тока. При данном способе сварки брызги расплавленного металла почти отсутствуют.

Иногда имеется смысл добавлять гелий в защитную газовую смесь, чтобы обеспечить более горячую дугу с более приемлемым проваром шва при

больших толщинах. Для тонких сплавов целесообразно использовать только аргон.

При появлении прожога необходимо удалить его и подварить.

3. Часто на основном металле и металле шва образуются цвета побежалости. Это связано со скоплением оксида алюминия или магния на их поверхности. Чаще всего такое явление возникает при сварке в защитных газах, так как когда сварочная проволока проходит через дугу и плавится, то небольшая её часть нагревается до температуры парообразования. Она начинает конденсироваться на более холодном основном металле, который плохо защищен средой инертного газа. Поэтому нужно правильно подобрать присадочную проволоку.

Во избежание цветов побежалости необходимо правильно выбрать расстояние от наконечника до свариваемого изделия, правильный угол наклона держака и скорость истечения защитного газа. Необходимо выбрать правильный диаметр сопла, чтобы не появлялись промежутки, из-за которых в зону сварки может попасть кислород.

4. Еще одним дефектом является пористость – это общая неоднородность, связанная с тем, что водород попадает в сварочную ванну во время плавления и остается внутри сварного шва после его затвердения.

Для предотвращения пористости необходимо следить за чистотой и сухостью поверхности основного и присадочного металлов. Если основной металл из алюминиевого сплава хранился в прохладном месте, то ему необходимо прогреться при температуре помещения в течение суток. Это предотвращает образование конденсата на славе.

При появлении пористости в сварном шве необходимо выстрогать скопление пор, зачистить и подварить.

5. При таком дефекте, как отклонение по размерам шва, необходимо срубить излишки металла, зачистить и подварить узкие места шва.

## **4 Результаты разработки**

Целью работы данной ВКР являлось улучшение существующей на предприятии технологии сварки ресивера путем замены полуавтоматической сварки в среде защитных газов на ручную аргонодуговую сварку неплавящимся электродом с присадочной проволокой.

В аналитической и расчетной частях ВКР был проанализирован объект и методы его исследования, а также был произведен расчет и аналитика разработки. Кроме того было выбрано направление совершенствования объекта исследования посредством частичной замены полуавтоматической сварки в среде защитных газов на ручную аргонодуговую сварку неплавящимся электродом с присадочной проволокой.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был составлен комплект технологической документации, в который входят: маршрутная карта, операционная карта и карта эскизов. В их содержание входят: заготовительные операции и технология сборки и сварки разрабатываемой конструкции; выбор оборудования для заготовки и сварки разработки; методы контроля качества.

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

### **5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Данная бакалаврская работа по теме: «Технология сборки и сварки ресивера» заключается в изучении теоретического материала по описанию алюминиевых сплавов и способах их сварке, в описании технологии сборки и сварки ресивера, изготовленного из алюминиевого сплава методом ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом с присадочной проволокой.

Область применения ресиверов обширна. Они могут использоваться в различных пневмосистемах, которые установлены на многих оборудованных. Чаще всего ресиверы применяют в машиностроении, нефтегазовой и химической отрасли, а также сварочном производстве. Ресивер в данной работе предназначен для пневмосистемы продувочного пистолета. Такое оборудование пользуется большим спросом в крупных мастерских и производственных цехах, так как пистолет может очистить различные труднодоступные поверхности. Следовательно, потенциальными потребителями разрабатываемой технологии сборки и сварки сосудов под давлением являются как промышленные предприятия, так и объекты жилищно-коммунальной сферы.

Сегментирование рынка проводится по размеру компании-заказчика и по сфере использования. На карте сегментирования (таблица 13), расположенной в приложении В, представлены ниши рынка, в которых можно реализовать свою разработку с меньшей конкурентностью.

Как видно из таблицы 13, возможными рынками сбыта являются крупные и средние объекты ЖКХ, любые машиностроительные заводы, а также крупные и средние нефте- и газодобывающие предприятия, химическая

промышленность. Однако и небольшие организации могут быть заинтересованы в получении данной разработки, так как она является важным коммерчески выгодным промышленным объектом.

### **5.1.2 Анализ конкурентных технических решений**

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений представлена в таблице 14 (приложение В).

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

1 – наиболее слабая позиция;

2 – слабая позиция;

3 – средняя позиция;

4 – сильная позиция;

5 – наиболее сильная позиция.

Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом с присадочной проволокой обозначена как Б<sub>р</sub>, механизированная сварка в защитных газах - Б<sub>м</sub>, автоматическая сварка под флюсом - Б<sub>ф</sub>.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i, \quad (5.1)$$

где K – конкурентоспособность вида;

B<sub>i</sub> – вес критерия (в долях единицы);

B<sub>i</sub> – балл i-го показателя (по пятибалльной шкале).

Исходя из таблицы, можно сделать вывод, что использование ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом с присадочной проволокой является наиболее эффективным и целесообразным при сварке ресивера из алюминиевого сплава АМг3.

### 5.1.3 Swot-анализ

В данном разделе проведем SWOT – анализ НИ, позволяющий оценить факторы и явления, способствующие или препятствующие продвижению проекта на рынок. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

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

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

Для того что бы найти сильные и слабые стороны технологии сборки и сварки ресивера ручной аргонодуговой сваркой и технологий - конкурентов проведем SWOT–анализ, представленный в таблице 15 (приложение В).

Выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта. Данное соответствие или несоответствие поможет выявить потребность в проведении стратегических изменений. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта (таблица 16). Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильным сторонам), либо знаком «-» (слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 16 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1		+	-	+	+

Продолжение таблицы 16

	B2	+	–	0	0	0
	B3	–	0	+	0	–
	B4	–	+	+	–	+
	B5	+	0	0	–	–

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможностей: B1C1C3C4C5, B4C2C3C5.

Таблица 17 – Интерактивная матрица проекта.

Слабые стороны проекта						
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
Возможности проекта	B1	+	0	–	–	–
	B2	+	+	+	+	0
	B3	0	+	+	+	0
	B4	+	–	0	–	0
	B5	+	+	+	0	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможностей: B2Сл1Сл2Сл3Сл4, B3Сл2Сл3Сл4, B5Сл1Сл2Сл3Сл5.

Таблица 18 – Интерактивная матрица проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1С3С4С5, У2С2С3, У3С1С3С5, У4С3С5.

Таблица 19 – Интерактивная матрица проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У1Сл1Сл3, У2Сл1Сл3, У3Сл1Сл3Сл4. Вывод по SWOT-анализу представлен в таблице 20 (приложение В).

## 5.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 5.2.1 Определение структуры работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в следующем порядке:

1. Определение структуры работ в рамках научного исследования;
2. Определение участников каждой работы;
3. Установление продолжительности работ;
4. Построение графика проведения научных исследований.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 21 (приложение В).

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

### 5.2.2 Расчет трудоемкости выполнения работ

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

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

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (5.2)$$

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

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

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}, \quad (5.3)$$

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

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

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

### 5.2.3 Разработка графика Ганта

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

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

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

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5.4)$$

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

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

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

Коэффициент календарности в 2022 году составил:

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

Для определения календарных дней выполнения работы необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}}, \quad (5.5)$$

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

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

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

Временные показатели проведения научного исследования и календарный план-график проведения ВКР представлены в таблицах 22 и 23 (приложение В).

#### **5.2.4 Формирование бюджета затрат на НИ**

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

- материальные затраты НИ;

- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления на социальные цели (страховые отчисления);
- накладные расходы.

#### 5.2.4.1 Расчет материальных затрат

При планировании бюджета научно-техническое исследование должно быть обеспечено полным и достоверным отражением всех видов расходов, связанных с его выполнением.

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

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i \times N_{расхi}, \quad (5.6)$$

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

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

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

Таблица 24 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб			Затраты на материалы, $Z_m$ , руб		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Электроэнергия	кВт*ч	250	300	320	3,5	3,5	3,5	875	1050	1120
Лист АМгЗ	Кг	3	2	2	285	285	285	855	570	570
Шариковая ручка	Шт.	2	2	2	20	20	20	40	40	40
Карандаш	Шт.	2	2	2	10	10	10	20	20	20
Блокнот	Шт.	1	1	1	50	50	50	50	50	50
Ластик	Шт.	1	1	1	10	10	10	10	10	10
Линейка	Шт.	1	1	1	20	20	20	20	20	20
Итого								1870	1760	1830

Общие материальные затраты составили 1870 руб.

#### 5.2.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (5.7)$$

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

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

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

$$З_{осн} = З_{дн} \times T_p, \quad (5.8)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_м \times M}{F_d}, \quad (5.9)$$

где  $З_м$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

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

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

Месячный должностной оклад работника:

$$З_м = З_{тс} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p, \quad (5.10)$$

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

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент;

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 для г. Томска.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$З_м = 19230,8 \times (1 + 0,3 + 0,3) \times 1,3 = 40000 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$З_{\text{м}} = 7692,3 \times (1 + 0 + 0) \times 1,3 = 10000 \text{ руб.}$$

Таблица 25 – Баланс рабочего времени.

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

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{40000 \times 10,4}{257} = 1618,7 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{10000 \times 11,2}{252} = 444,4 \text{ руб.}$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель:  $T_p = 16$  раб. дней

Студент:  $T_p = 68$  раб. дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$З_{\text{осн}} = 1618,7 \times 16 = 25899,2 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера составила:

$$З_{\text{осн}} = 444,4 \times 68 = 30219,2 \text{ руб.}$$

Таблица 26 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и инженера

Исполнители	$З_{\text{те}}$ , руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$ , руб.	$З_{\text{дн}}$ руб.	$T_p$ , раб.дней	$З_{\text{осн}}$ , руб.
Научный руководитель	19230,8	0,3	0,3	1,3	40000	1618,7	16	25899,2

Продолжение таблицы 26

Инженер	7692,3	0	0	1,3	10000	444,4	68	30219,2
Итого $Z_{\text{осн}}$ , руб.								56118,4

### 5.2.4.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times Z_{\text{осн}}, \quad (5.11)$$

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

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

Дополнительная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{\text{доп}} = 25899,2 \times 0,15 = 3884,9 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата инженера составила:

$$Z_{\text{доп}} = 30219,2 \times 0,15 = 4532,9 \text{ руб.}$$

### 5.2.4.4 Отчисления на социальные цели (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (5.12)$$

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

Таблица 27 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	25899,2	3884,9
Инженер	30219,2	4532,9

## Продолжение таблицы 27

Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,27
ИТОГО	8041,7+9383,1=17424,8

### 5.2.4.5 Накладные расходы

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

$$Z_{\text{накл}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \times k_{\text{нр}}, \quad (5.13)$$

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

Накладные расходы составили:

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}}^{\text{исп1}} &= [1870 + (25899,2 + 3884,9) + (30219,2 + 4532,9) + 17424,8] \times 0,16 \\ &= 13413 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}}^{\text{исп2}} &= [1760 + (25899,2 + 3884,9) + (30219,2 + 4532,9) + 17424,8] \times 0,16 \\ &= 13395 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}}^{\text{исп3}} &= [1830 + (25899,2 + 3884,9) + (30219,2 + 4532,9) + 17424,8] \times 0,16 \\ &= 13407 \text{ руб.} \end{aligned}$$

### 5.2.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 28 (приложение В).

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

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

**Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования** определяется как:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (5.14)$$

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

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

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

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп1}} = \frac{97244}{97244} = 1; \quad I_{\text{фин.р}}^{\text{исп2}} = \frac{97116}{97244} = 0,999; \quad I_{\text{фин.р}}^{\text{исп3}} = \frac{97198}{97244} = 0,999.$$

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

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \times b_i, \quad (5.15)$$

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

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

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

$n$  – число параметров сравнения.

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта представлена в таблице 29 (приложение В).

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

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

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

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

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{фин.р}} = \frac{4,65}{1} = 4,65; \quad (5.16)$$

$$I_{исп2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{фин.р}} = \frac{3,65}{0,999} = 3,654;$$

$$I_{исп3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{фин.р}} = \frac{3,9}{0,999} = 3,9.$$

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

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

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп2}}{I_{исп1}}. \quad (5.17)$$

Таблица 30 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,999	0,999
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,65	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	4,65	3,654	3,9
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,79	0,84

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

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

## **6 Социальная ответственность**

### **Введение по разделу**

Объектом исследования научно-исследовательской работы является ресивер цилиндрический. Главной его задачей является сбор и хранение сжатого воздуха, а также выравнивание давления. Область применения данных сосудов обширна. Они могут использоваться в различных пневмосистемах, которые установлены на многих оборудованьях. Чаще всего ресиверы применяют в машиностроении, нефтегазовой и химической отрасли, а также сварочном производстве. Ресивер в данной работе предназначен для пневмосистемы продувочного пистолета. Такое оборудование пользуется большим спросом в крупных мастерских и производственных цехах, так как пистолет может очистить различные труднодоступные поверхности.

Процесс технологии сборки и сварки ресивера происходит в производственном помещении промышленных зданий. Размеры помещения: 5\*5 м и более. Необходимое оборудование в рабочей зоне: станок листопрямительный, УШМ, вальцовочный станок ручной, гидравлический пресс, фланжировочная машина, стенд для сварки, аргонодуговой сварочный инвертор, центратор, ультразвуковой дефектоскоп, вытяжка. Также в рабочей зоне расположены необходимые инструменты для обработки, разметки и других действий. К ним относятся: линейка, чертилка, щетка металлическая, абразивные круги, щипцы, плашка для нарезки резьбы, УШС-1, штангенциркуль.

Технология сборки и сварки сосудов актуальна уже не одно столетие, так как они применяются повсюду, начиная с личного потребления и заканчивая использованием на промышленных предприятиях огромного масштаба.

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

### **6.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

К основополагающим документам относятся: Трудовой кодекс РФ, Гражданский кодекс РФ, «Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан», законы об охране труда субъектов Российской Федерации, а также указы Президента и постановления Правительства по вопросам охраны труда.

Исходя из Ст.197 ТК РФ, каждый работник имеет право на [32]:

1. рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
2. обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
3. получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
4. отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
5. обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
6. обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
7. дополнительное профессиональное образование за счет средств работодателя в случае ликвидации рабочего места вследствие нарушения требований охраны труда;

8. запрос о проведении проверки условий и охраны труда на его рабочем месте федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на осуществление федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, другими федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими государственный контроль (надзор) в установленной сфере деятельности, органами исполнительной власти, осуществляющими государственную экспертизу условий труда, а также органами профсоюзного контроля за соблюдением трудового законодательства и иных актов, содержащих нормы трудового права;

9. обращение в органы государственной власти Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления, к работодателю, в объединения работодателей, а также в профессиональные союзы, их объединения и иные уполномоченные работниками представительные органы по вопросам охраны труда;

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

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

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

Размеры, порядок и условия предоставления гарантий и компенсаций работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями

труда, устанавливаются в порядке, предусмотренном статьями 92, 117 и 147 настоящего Кодекса.

В случае обеспечения на рабочих местах безопасных условий труда, подтвержденных результатами специальной оценки условий труда или заключением государственной экспертизы условий труда, гарантии и компенсации работникам не устанавливаются.

### **6.1.2 Организационные мероприятия при компоновки рабочей зоны**

Согласно приказу Минтруда РФ от 11.12.2020 N 884Н необходимо выполнять ряд мероприятий [33]:

- при выполнении ручной дуговой сварки должны соблюдаться следующие требования: 1) ручная дуговая сварка производится на стационарных постах, оборудованных вытяжной вентиляцией. При невозможности выполнения сварочных работ на стационарных постах, обусловленной габаритами и конструктивными особенностями свариваемых изделий, для удаления пыли и газообразных компонентов аэрозоля от сварочной дуги применяются местные отсосы и/или средства индивидуальной защиты органов дыхания; 2) кабели (провода) электросварочных машин располагаются на расстоянии не менее 0,5 м от трубопроводов кислорода и не менее 1 м от трубопроводов ацетилена и других горючих газов; 3) электросварочные трансформаторы или другие сварочные агрегаты включаются в сеть посредством рубильников или пусковых устройств;

- в сборочно-сварочных цехах в холодные и переходные периоды года следует применять воздушное отопление с регулируемой подачей воздуха. В теплое время года в сборочно-сварочных цехах следует использовать естественную вентиляцию через открываемые проемы окон, световых фонарей и дверей (ворот). Общеобменная и местная вентиляция не применяются, если содержание вредных веществ не превышает уровень предельно допустимой концентрации (далее - ПДК). При невозможности исключения или снижения уровней вредных и (или) опасных производственных факторов до уровней допустимого воздействия в связи с характером и условиями производственного

процесса проведения работ допускается при условии обеспечения работников средствами индивидуальной защиты;

- 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;

- помещение, где размещены сосуды со сжиженным аргоном, контейнеры или рампы, не должно иметь технологического этажа (подвала) и углублений в покрытии пола более 0,5 м;

- в процессе эксплуатации контейнеров (сосудов-накопителей), рамп для централизованного обеспечения аргоном осуществляется контроль за исправностью всей предохранительной арматуры. Предохранительные клапаны должны быть отрегулированы, опломбированы и содержаться в чистоте.

## **6.2 Производственная безопасность**

При разработке ресивера не исключена возможность влияния опасных и вредных факторов, отображенных в ГОСТ12.0.003-2015, на рабочего [34]. Данные факторы представлены в таблице 31 (приложение В).

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

Важную роль имеет внедрение автоматизированных установок, что значительно уменьшает опасность травм механического характера.

Основные причины травматизма при разработке ресивера: неисправные инструменты и оборудование, несоблюдение техники безопасности, отсутствие спецодежды, а также защиты глаз, лица.

Меры безопасности: периодический контроль инструментов и оборудования на исправность; проверка рабочих на знание и соблюдение техники безопасности; регулярное наблюдение за внешним видом рабочих (спецодежда и средства защиты открытых участков тела должны быть у каждого рабочего). Также необходимо вывешивать таблички\плакаты в местах, где рабочие наиболее подвержены травматизму, которые будут напоминать о применении средств индивидуальной защиты.

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

Важную роль имеет внедрение автоматизированных установок, что значительно уменьшает опасность травм механического характера. Также не мало важна установка сварочного поста и вентиляции.

Основные причины травматизма при сборке и сварки ресивера: неисправные инструменты и оборудование, брызги от сварки, несоблюдение техники безопасности, отсутствие спецодежды, а также сварочной маски, защиты открытых участков тела.

Меры безопасности: периодический контроль инструментов и оборудования на исправность; проверка рабочих на знание и соблюдение техники безопасности; регулярное наблюдение за внешним видом рабочих (спецодежда и средства защиты открытых участков тела должны быть у каждого рабочего). Также необходимо вывешивать таблички/плакаты в местах, где рабочие наиболее подвержены травматизму, которые будут напоминать о применении средств индивидуальной защиты. Требуется ставить ограждения на участках, где ведутся работы.

### **6.2.3 Ударные волны воздушной среды**

При неправильной эксплуатации или разработки ресивера может произойти его взрыв, который спровоцирует ударную волну воздушной среды. В избежание данного фактора необходимо соблюдать меры безопасности, а именно: для безопасной эксплуатации необходимо во время сборки и сварки тщательно контролировать все процессы, а после выполнения всех действий провести контроль ВИК и УЗК. Также необходимо допускать к работе с сосудами под давлением только специализированных работников, имеющих II группу по электробезопасности, а также старше 18 лет.

Следует соблюдать технику безопасности в помещении, где помещен ресивер, то есть не ставить рядом горюче-смазочные материалы, движущиеся твердые объекты, наносящие удар (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы.

#### **6.2.4 Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека**

Образующиеся при дуговой сварке брызги расплавленного металла имеют температуру до 1800 °С, при которой любая обычная одежда прожжется. Для защиты от таких брызг обычно используют спецодежду, специально предназначенную для сварщиков: брюки, куртка, рукавицы из брезентовой или специальной ткани. Также необходима сварочная маска. Как правило, куртка не должна быть заправлена в штаны, а ботинки должны иметь гладкий верх. Необходимо соблюдать такие условия, чтобы брызги расплавленного металла не попадали на тело рабочего. Для защиты от соприкосновения с влажной, холодной землей и снегом, а также с холодным металлом при наружных работах и в помещении сварщики должны обеспечиваться теплыми подстилками, матами, подколенниками и подлокотниками из огнестойких материалов с эластичной прослойкой.

Обязательно проводится инструктаж в зависимости от конкретных обстоятельств. Существует:

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

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

При сварке плавлением используют источники тока с напряжением холостого хода  $U_{xx} = 45 - 80$  В при постоянном токе,  $U_{xx} = 55 - 75$  В при переменном токе. Источник питания сварочной дуги является опасным для рабочего.

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

Меры безопасности: надежная изоляция всех проводов, связанных со сварочным аппаратом, надежная сварочная горелка, заземление корпусов сварочных аппаратов. Заземлению подлежат: корпуса источников питания, вспомогательное электрическое оборудование. Работа в исправной сухой спецодежде, в сварочной маске и рукавицах. При работе в замкнутых пространствах необходимо использовать резиновые галоши и коврики, а также источники освещения с напряжением не выше 6-12 В. Самое главное – проведение инструктажа и соблюдение рабочими техники безопасности.

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

Излучения сварочной дуги оказывают вредное воздействие на сварщика и окружающих его рабочих. Горение дуги сопровождается ярким световым и невидимым ультрафиолетовым и инфракрасным излучениями. Видимые световые лучи действуют на глаза, поражая сосудистую и сетчатую оболочку глаза, а при длительном воздействии ослабляют зрение. Опасное действие лучей сварочной дуги на незащищенные глаза и кожу человека проявляется на расстоянии до 10 м.

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

Невидимые инфракрасные лучи при длительном воздействии вызывают ожоги кожи и заболевание глаз человека. Длительное воздействие дуги в течение нескольких часов может привести к катаракте и другим тяжелым заболеваниям.

Меры безопасности: применение сварочной маски для сварщика и использование другими рабочими защитных стекол. Защитные стекла, вставленные в щитки и маски, снаружи закрывают простым стеклом для

предохранения их от брызг расплавленного металла. Сварочные маски должны полностью защищать лицо и голову сварщика. При работе вне кабины для защиты зрения окружающих должны применяться переносные щиты и ширмы.

### **6.2.7 Повышенный уровень общей и локальной вибрации**

Основным источником вибраций является сварочное оборудование, а также оборудование для обработки материалов. Длительное воздействие вибрации на организм человека приводит к утомлению, неврологическому поражению и сосудистым нарушениям.

Для уменьшения влияния вибрации используют такие методы как:

- воздействие на источник возбуждения, то есть снижение или ликвидация вынуждающих сил;
- отстройкой от режима резонанса путем рационального выбора массы или жесткости колеблющейся системы;
- динамическое гашение колебаний;
- изменение конструктивных элементов машин и строительных конструкций;
- рациональная организация режима труда и отдыха.

### **6.2.8 Повышенный уровень шума**

Допустимая норма уровня шума регламентируется согласно СП 51.13330.2011 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Максимальный уровень для импульсного шума не должен превышать 125 дБ. Максимальный уровень шума на рабочем месте сварщика не должен превышать 80 дБ. На рабочих местах промышленных предприятий защита от шума должна обеспечиваться строительно–акустическими методами [45].

Меры безопасности: применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.274-2014 (СТ СЭВ 5803–86) «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования и методы испытаний». Для защиты от шума

применяются наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход; шлемы и каски; спецодежда [51].

### **6.2.9 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения**

Места, где производятся сварочные работы, должны быть достаточно хорошо освещены дневным или искусственным светом. Хорошее освещение снижает утомляемость глаз работающих и является одним из условий повышения производительности труда. Освещенность рабочих мест должна быть не менее 50—100 люксов согласно СП 52.13330.2016 [47].

Для уменьшения поглощения света стенки окрашиваются в светлые матовые тона, которые хорошо поглощают ультрафиолет.

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

Недостаточная влажность может негативно отразиться на здоровье человека. Кожа может стать сухой и потрескавшейся, возможно заражение организма. Длительное воздействие высокой температуры при повышенной влажности может привести к гипертермии или накоплению теплоты и перегреву организма, а пониженные показатели температуры, особенно при повышенной влажности воздуха, могут быть причиной гипотермии или переохлаждения.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 32 (приложение В). Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°С и выходить за пределы величин, приведенных ниже.

Средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест: устройства для поддержания нормируемой величины барометрического давления; вентиляции и очистки воздуха;

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

### **6.2.11 Монотонность труда и длительное сосредоточенное наблюдение**

Как любой другой вредный фактор, монотонность труда и длительное сосредоточенное внимание при продолжительном воздействии на организм работника могут привести к возникновению и развитию профессиональных заболеваний.

Физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса, характеризуются такими показателями, как:

- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса тела работника;
- перемещение в пространстве.

Меры по устранению и/или предупреждению перечисленных факторов в соответствии с МР 2.2.9.2311-07:

При пятидневной рабочей неделе и 8-ми часовой смене продолжительность обеденного перерыва составляет 30 мин, а регламентированные перерывы рекомендуется устанавливать через 2 ч от начала рабочей смены и через 2 ч после обеденного перерыва продолжительностью 5-7 мин каждый. Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного и других анализаторов целесообразно выполнять комплексы физических упражнений, включая упражнения для глаз, в первой половине смены, а в конце рабочего дня – психологическая разгрузка в специально оборудованных помещениях.

### **6.2.12 Вредные вещества, выделяющиеся при сварке**

Высокая температура дуги приводит к тому, что часть материалов, используемых при сварке, переходит в парообразное состояние. Эти пары,

попадая в атмосферу производственного помещения, конденсируются и превращаются в аэрозоль конденсации, частицы которой по дисперсности приближаются к дымам и легко попадают в дыхательную систему сварщиков. Количество пыли в зоне дыхания сварщика зависит главным образом от способа сварки и свариваемых материалов.

На ряду с пылью при дуговой сварке также образуются и выделяются газообразные продукты – окислы азота, окись углерода, аргон.

В зоне дыхания сварщиков концентрация этих газов может достигать(мг/л):  $N_2O_5$  0,009 – 0,018, СО до 0,46.

Наиболее опасны для здоровья сварщиков аэрозоли марганца, так как отравление марганцем может вызвать длительное и стойкое поражение центральной нервной системы вплоть до паралича.

Во избежание поражений необходимо соблюдать все меры безопасности, пользоваться средствами индивидуальной и коллективной защиты.

Существуют строгие требования в области вентиляции при сварочных работах. Для улавливания сварочного аэрозоля на стационарных и не стационарных постах необходимо устанавливать местные отсосы в виде вытяжного шкафа, вертикальной или наклонной панели равномерного всасывания, стола с подрешеточным отсосом и др. Если в производственном помещении расход сварочных материалов превышает 0,2 г/ч на 1м<sup>3</sup> объема здания, должна быть устроена механическая, общеобменная вентиляция.

### **6.3 Экологическая безопасность**

Изготовление резервуара может сопровождаться загрязнением атмосферы, гидросферы и литосферы посредством производственных отходов. Их можно разделить на 3 группы: твердые, жидкие и газообразные.

Твердые отходы: твердые металлические отходы, промышленная макулатура, люминесцентные лампы, изношенные средства коллективной и индивидуальной защиты.

Жидкие отходы: эксплуатационные жидкости и их отходы, продукты жизнедеятельности персонала.

Газообразные отходы: выбросы аргона, не воздействующего на атмосферу, из вентиляционных систем, тепловое воздействие вследствие испарения части охлаждающей воды не оказывает существенного влияния на атмосферу, так как ее процентное содержание мало.

Предприятие, в котором находится производственное помещение, относится к объектам IV категории, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Санитарно-защитная зона не требуется.

Согласно ГОСТ 17.0.0.01-76 [47] твердые промышленные и бытовые отходы подлежат утилизации путем переработки отходов во вторичное сырье. Макулатура сдаётся специальными службами в пункты приёма макулатуры. 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 согласно ГОСТ Р 55102-2012 [48]. Газообразные отходы перед выбросом подвергаются обязательной очистке в фильтровентиляционных системах, которые защищают атмосферу от загрязнений. Жидкие отходы сбрасываются в городскую канализацию, где поступают в системы централизованной очистки на городских очистных сооружениях.

#### **6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Среди возможных чрезвычайных ситуаций при изготовлении резервуаров можно выделить пожар и (или) взрыв. Причинами возникновения пожара и (или) взрыва являются короткое замыкание, разбрызгивание

расплавленного металла при сварке, искры при резке металла и другие виды огневых работ. При эксплуатации сосудов может возникнуть взрыв ресивера в случае неправильной эксплуатации или ошибки при сборке и сварке, а также пожар в случае взрыва ресивера около взрывчатых веществ. Наиболее типичной ЧС при эксплуатации ресивера является пожар в результате взрыва сосуда.

Для избегания возникновения ЧС необходимо соблюдать требования по мерам безопасности. Работники, осуществляющие огневые работы, должны иметь допуск на проведение огневых работ. На предприятии должна быть разработана инструкция по проведению огневых работ в соответствии с действующими нормами РФ. Обязательно в местах проведения каких-либо огневых работ должны быть средства первичного пожаротушения, медицинские аптечки, предохранительные сигналы и устройства.

Требования пожарной безопасности до начала, во время и по окончании огневых работ подробно описаны в Приказе №528 от 15 декабря 2020 года «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасного ведения газоопасных, огневых и ремонтных работ». 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 соответствии с Федеральным законом № 123 от 22.07.2008 относится к категории Г по взрывопожарной и пожарной опасности, установка автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения в данном помещении не требуется.

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.

### **Заключение по разделу**

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

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

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен обладать II группой допуска по электробезопасности. Присвоение II группы по электробезопасности производится путём обучения в учебном центре по программе не менее 72 часов. Подготовка может проводиться на предприятии силами своих специалистов и должна проходить не менее 20 часов. В присутствии сотрудника II группы могут работать сотрудники I группы.

Категория тяжести труда в производственном помещении по СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" относится к категории Пб (работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением) – физические работы средней тяжести [31].

Согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» производственное помещение для разработки ресивера имеет категорию помещения группы Г, возможный класс пожара Е. Вещества и материалы,

находящиеся в помещении: Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива [49].

Промышленное предприятие, в котором находится производственное помещение, относится к объектам IV категории, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Санитарно-защитная зона не требуется.

## **Заключение**

В данной выпускной квалификационной работе была разработана технология сборки и сварки ресивера для пневмосистемы продувочного пистолета.

В ходе выполнения ВКР был предложен способ улучшения существующей на предприятиях и производствах технологии сварки ресивера посредством частичной замены полуавтоматической сварки в среде аргона на ручную аргодуговую сварку неплавящимся электродом с подачей присадочной проволоки. Данная замена позволит производить ресиверы с меньшими затратами и большей производительностью.

Для успешного выполнения поставленной задачи была проанализирована литература, связанная с сосудами под давлением, которая включает в себя требования по их изготовлению, также был изучен материал изделия (АМГЗ) и особенности его сварки.

После изучения объекта исследования был выбран способ сварки, а также подобраны сварочные материалы и сварочное оборудование. После чего были произведены расчеты параметров режима сварки. Кроме того были составлены заготовительные операции, а после и технология сборки и сварки. Был определен контроль качества получившегося сосуда.

Вдобавок был проведен анализ социальной ответственности при разработке ресивера и анализ финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения разработки.

По результатам анализов социальной ответственности можно сделать вывод, что условия труда в производственном помещении соответствуют всем требованиям нормативных документов. А по результатам финансового менеджмента можно выявить, что замена сварки произведена правильно. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что цель выпускной квалификационной работы достигнута.

## Список использованных источников

1. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук., В.П. Демянцевич. – М.: Машиностроение, 1977. С. 44-62.
2. Бродский А.Я. Аргодуговая сварка алюминиевых сплавов для строительных конструкций / А.Я. Бродский. – М.: технологические рекомендации, 1963. – 180 с.
3. Гуревич С.М. Справочник по сварке цветных металлов / С.М. Гуревич. – Киев: Наукова думка, 1981. С. 292-345.
4. Фролов В.В. Дуговая сварка алюминия / В.В. Фролов. – Харьков: Технология, 2003. – 65 с.
5. Руссо В.Л. Сварка алюминиевых сплавов в среде инертных газов / В.Л. Руссо. – СПб.: Судпромгиз, 1962. – 161 с.
6. Рабкин Д.М. Дуговая сварка алюминия и его сплавов / Д.М. Рабкин, В.Г. Игнатъев, И.В. Довбищенко. – М.: Машиностроение, 1982. – 95 с.
7. Рабкин Д.М. Сварка алюминия и его сплавов / Д.М. Рабкин, В.Г. Игнатъев, И.В. Довбищенко. – Киев: Наукова думка, 1983. – 95 с.
8. Оборудование для сварки и резки [Электронный ресурс] – Электрон. Дан. Екб., 2010. URL: <http://www.deltasvar.ru>. Дата обращения: 31.05.2022 г.
9. Приборы и системы неразрушающего контроля [Электронный ресурс]. – Электрон. Дан. М., 2010. URL: <http://novotest-russia.ru>. Дата обращения: 31.05.2022 г.
10. Федосов С.А. Основы технологии сварки / С.А. Федосов, И.Э. Оськин. – М.: Машиностроение, 2016. – 125 с.
11. Юхин Н.А. Ручная дуговая сварка неплавящимся электродом в защитных газах / Н.А. Юхин. – М., 2007. С. 32-37.
12. Спецтехника от А до Я [Электронный ресурс] : Принцип работы воздушного ресивера. – Электрон. Дан. М., 2020. URL:

<https://tkazimut.com/printsip-raboty-vozdushnogo-resivera>. Дата обращения:  
30.05.2022 г.

13. ГОСТ 21631-76. Листы из алюминия и алюминиевых сплавов. – М.: Стандартиформ, 1976. – 30 с.

14. ГОСТ 7871-75. Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов. – М.: Стандартиформ, 1976. – 14 с.

15. ГОСТ 10157-2016. Аргон газообразный и жидкий. – М.: Стандартиформ, 2016. – 27 с.

16. СТБ ЕН 286-1-2004. Сосуды для воздуха или азота, работающие под давлением. – Минск: Госстандарт, 2004. – 75 с.

17. ГОСТ 8724-2002. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги. – Минск, 2002. – 14 с.

18. ГОСТ 14771-76. Дуговая сварка в защитном газе. – М.: Стандартиформ, 1977. – 39 с.

19. ГОСТ 16037-80. Соединения сварные. – М.: Стандартиформ, 1981. – 23 с.

20. ПБ 03-273–99. Правила аттестации сварщиков. – М., 1998. – 30 с.

21. ГОСТ 4784–2019. Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. – М.: Стандартиформ, 2019. – 35 с.

22. ГОСТ 10157-2016. Аргон газообразный и жидкий. – М.: Стандартиформ, 2016. – 27 с.

23. ГОСТ 7871-75. Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов. – М., 1976. – 14 с.

24. ГОСТ 6848-2020. Дуговая сварка и резка. Электроды неплавящиеся вольфрамовые. – М.: Стандартиформ, 2020. – 14 с.

25. ГОСТ 23949-80. Электроды вольфрамовые сварочные неплавящиеся. – М.: Издательство стандартов, 1981. – 8 с.

26. ГОСТ Р ИСО 17637-2014. Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением. – М.: Стандартиформ, 2014. – 14 с.

27. ГОСТ Р 55724-2013. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые. – М.: Стандартинформ, 2013. – 31 с.

28. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением" (от 15 декабря 2020 года N 536).

29. Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».

30. ТК РФ Статья 221. «Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты».

31. СанПиН 1.2.3685-21. «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

32. ТК РФ Статья 197. «Право работника на труд в условиях, отвечающих требованиям охраны труда».

33. Приказ Минтруда России № 884н от 11 декабря 2020 г. «Об утверждении Правил по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ».

34. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М., 2017. – 16 с.

35. ГОСТ Р 56906-2016. Национальный стандарт Российской Федерации. Бережливое производство. Организация рабочего пространства. – М.: Стандартинформ, 2016. – 15 с.

36. ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров. – М.: Госстандарт, 1995. – 10 с.

37. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Стандартиформ, 1989. – 50 с.
38. ГОСТ 12.1.019-2017. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Стандартиформ, 2017. – 20 с.
39. ГОСТ 12.1.006-84. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. – М.: Стандартиформ, 1986. – 5 с.
40. ГОСТ 31319-2006 (ЕН 14253:2003). Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. – М.: Стандартиформ, 2006. – 23 с.
41. ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001). Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. – М.: Стандартиформ, 2004. – 28 с.
42. ГОСТ ISO 9612-2016. Акустика. Измерение шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах. – М.: Стандартиформ, 2019. – 46 с.
43. Р 2.2.2006-05. «ГИГИЕНА ТРУДА. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». – М., 2005. – 142 с.
44. ГОСТ 32423-2013. Классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на организм. – М.: Стандартиформ, 2014. – 17 с.
45. СП 51.13330.2011. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М., 2011. – 46 с.
46. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. – М., 2017. – 135 с.
47. ГОСТ 17.0.0.01-76. Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов Основные положения. – М.: Стандартиформ, 1977. – 5 с.

48. ГОСТ Р 55102-2012. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов. – М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.

49. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М., 2009. – 31 с.

50. ГОСТ 24297-87. Входной контроль продукции. Основные положения. – М., 1988. – 7 с.

51. ГОСТ 12.4.274-2014 (СТ СЭВ 5803–86). Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2015. – 7 с.

**Приложение А**  
**(обязательное)**  
**Комплект технологической документации**























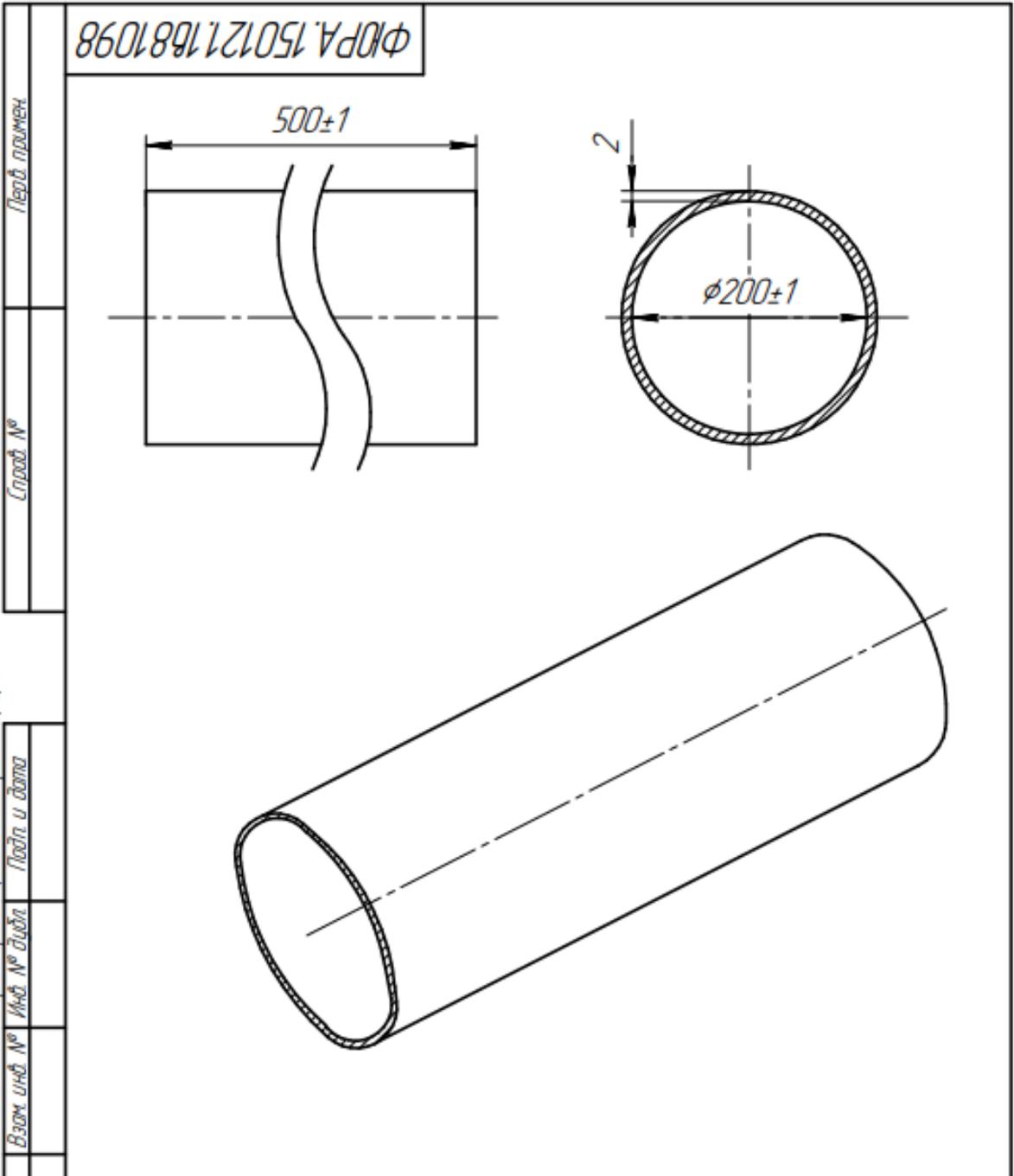




**Приложение Б**  
**(обязательное)**

**Комплект чертежей для изготовления ресивера**

КОМПАС-3D v20 Четыре версии © 2021 ООО "АКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.  
 Изм. № подл. Подп. и дата  
 Изм. инд. № Инд. № дробл. Подп. и дата



ФЮРА.150121.1В81098

Серия №  
 Перв. примен.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Савенков С.Е.		
Проб.		Першина А.А.		
Т.контр.				
И.контр.				
Чтб.				

ФЮРА.150121.1В81098

Обечайка

Сплав АМгЗ

Лит.	Масса	Масштаб
У		1:4
Лист	Листов	1

ТПУ ИШНКБ  
 Группа 1В81

Не для коммерческого использования

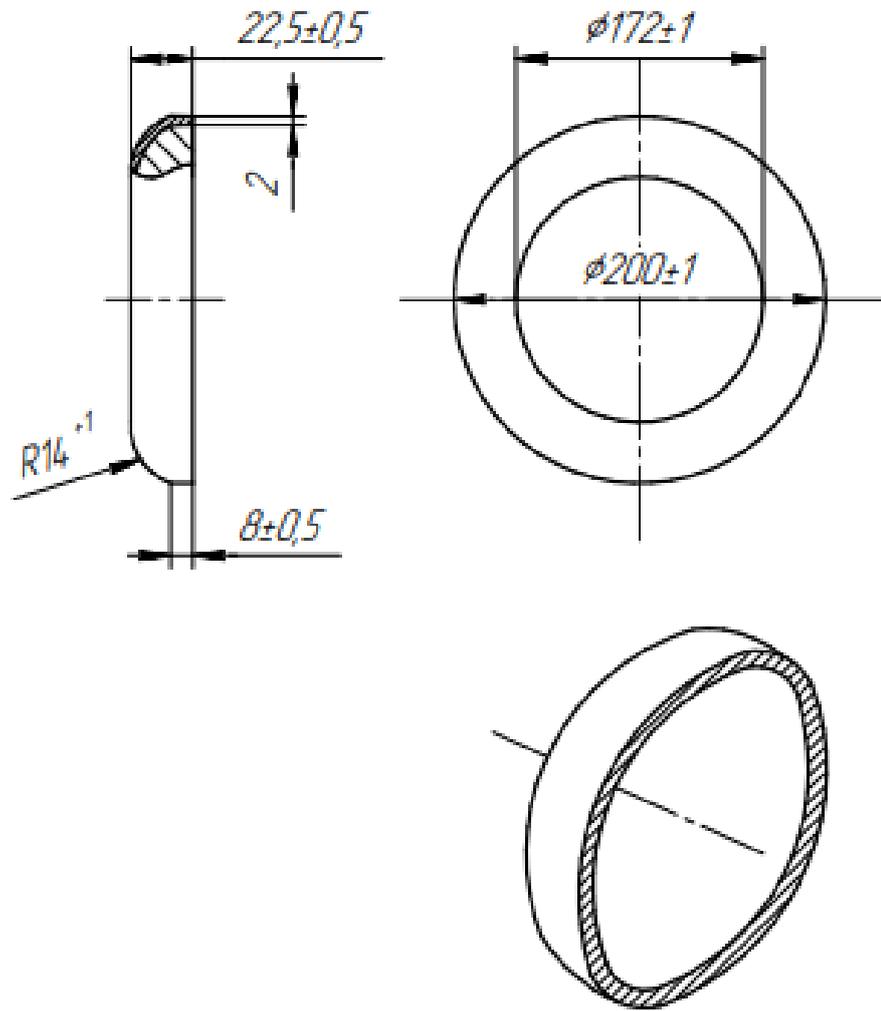
Копировал

Формат А4

ФЮРА.150122.1В81098

Лист 1/1

Сплав №



КОМУС-Д 120 Челябинск © 2021 ООО "КОМУС-Системы проектирования". Всякая все права защищены

Лист и дата

Изм №

Изм №

Лист и дата

Изм №

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата
Разраб		Савенков С.Е.		
Пров		Першина А.А.		
Технот				
Исполн				
Удп				

ФЮРА.150122.1В81098

Днище эллиптическое

Сплав АМзЗ

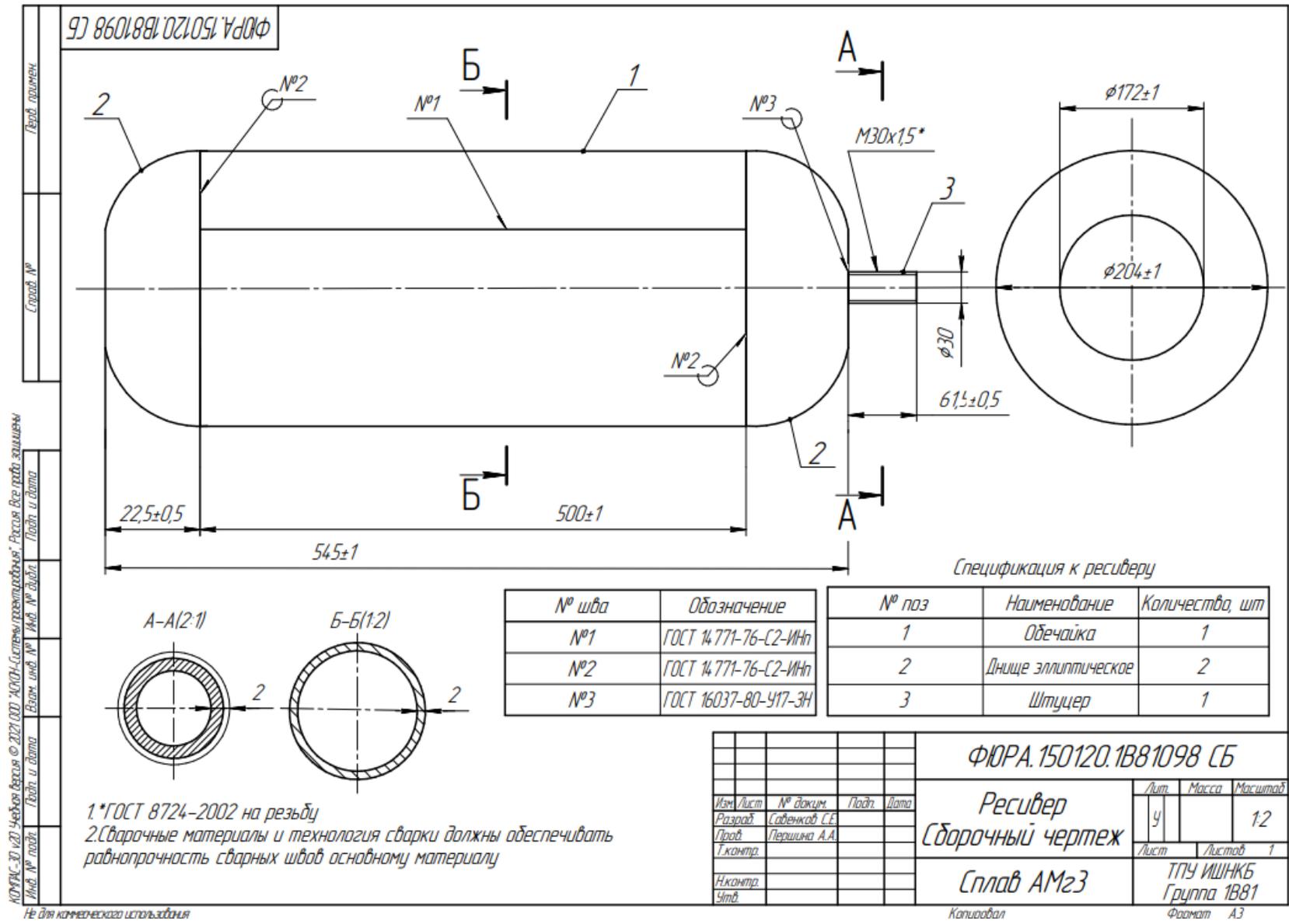
Лист	Масса	Масштаб
4		1:2,5
Лист	Листов	1

ТГУ ИШЖБ  
Группа 1В81

Не для непосредственного использования

Копирован

Формат А4



**Приложение В**  
**(обязательное)**  
**Комплект таблиц**

Таблица В.2 – Химический состав АМгЗ в %

Fe	Si	Mn	Cr	Ti	Al	Cu	Mg	Zn	Примеси
до 0,5	0,5– 0,8	0,3– 0,6	до 0,05	до 0,1	93,8–96	до 0,1	3,2– 3,8	до 0,2	всего 0,1

Таблица В.3 – Механические свойства при T=20 °С

Сортамент	Размер	Напр.	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta_5$	$\psi$	КСУ	Термообр.
–	мм	–	МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>	–
Трубы, ГОСТ 18482-79			80	70	15			
Прутки, ГОСТ 21488-97			75	80	13			
Лента отожжен., ГОСТ 13726-97			85– 195	80– 100	15			
Лента полунагар тован., ГОСТ 13726-97			45	195	7			
Профили, ГОСТ 8617-81			76	78	12			
Плита, ГОСТ 17232-89			65– 185	59– 69	11– 12			

Таблица В.4 – Физические свойства АМГЗ

T	E 10 <sup>-5</sup>	$\alpha$ 10 <sup>6</sup>	$\lambda$	$\rho$	C	R 10 <sup>9</sup>
Град	МПа	1/Град	Вт/(м*град)	кг/м <sup>3</sup>	Дж/(кг*град)	Ом*м
20	0,71	–	–	2660	–	49,6
100	–	23,5	151	–	880	–

Таблица В.6 – Химический состав Св-АМг3

Марка	Массовая доля элементов, %														
	Основные компоненты								Примеси, не более						
	Al	Mg	Mn	Fe	Cr	Ti	Be	Zr	Fe	Cr	Zn	Cu	Mg	Прочие примеси	Сумма примесей
Св-АМг3	Более 99,987	3,2–3,8	0,3–0,6	–	0,5–0,8	–	–	–	0,5	–	0,2	0,05	–	0,1	0,85

Таблица В.7 – Химический состав электрода WP согласно ГОСТ 6848-2020

Марка	Требования к химическому составу			Цветовой код	
	Оксидная добавка		Примеси по массе, %		
	Основной оксид	Массовая доля, %			
WP	Нет		Не более 0,1	Остаток	Зеленый

Таблица В.8 – Параметры соединения С2

Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	b		e, не более	g		g <sub>1</sub>	
		Номин.	Пред. откл.		Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.
Нп	1,4– 2,0	0	+1,0	7,0	1,0	±0,5	1,0	+1,0 -0,5

Таблица В.12 – Основные параметры Aurora PRO INTER TIG 200 AC/DC PULSE Mosfet 10052

Мах мощность	Вес	Габариты (без упаковки)	Напряжение	Мах ток	TIG поджиг	Режим работы	Сварка Al	Импульсный режим
кВт	кг	мм	В	А	–	–	–	–
7	20	498x328x302	220	200	HF (бесконтакт.)	DC/AC	Да	Да

Таблица В.13 – Карта сегментирования рынка услуг по технологии сборки и сварки ресивера

Предназначение технологии сборки и сварки ресивера		Размер предприятия		
		Крупное	Среднее	Мелкое
Сфера использования	ЖКХ			
	Машиностроительные заводы			
	Нефте- и газодобывающие предприятия, химическая промышленность			

Таблица В.14 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>р</sub>	Б <sub>м</sub>	Б <sub>ф</sub>	К <sub>р</sub>	К <sub>м</sub>	К <sub>ф</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Удобство в эксплуатации	0,11	5	3	4	0,55	0,33	0,44
Повышение производительности	0,12	5	4	4	0,6	0,48	0,48
Энергоэкономичность	0,12	4	3	3	0,48	0,36	0,36
Потребность в дополнительных исследованиях	0,18	3	2	2	0,54	0,36	0,36
Универсальность технологии	0,08	4	3	3	0,32	0,24	0,24
Специальное оборудование	0,09	4	4	4	0,36	0,36	0,36
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
Цена	0,09	4	4	5	0,36	0,36	0,45
Предполагаемый срок эксплуатации	0,14	5	4	2	0,7	0,56	0,28
Конкурентоспособность продукта	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>38</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>4,19</b>	<b>3,33</b>	<b>3,25</b>

Таблица В.15 – Матрица SWOT

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
<p>С1. Потребность предприятий в данной технологии;</p> <p>С2. Технология, описанная в работе, несет в себе экономичность и ресурсоэффективность;</p> <p>С3. Актуальность и высокая технологичность;</p> <p>С4. Способность охватывать различные виды отраслей;</p> <p>С5. Экологичность технологии.</p>	<p>В1. Создание партнерских отношений со многими видами отраслей;</p> <p>В2. Большой потенциал применения технологии в России и других странах;</p> <p>В3. Создание новых отраслей, требующих данную технологию;</p> <p>В4. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
<p>Сл1. Невозможность предвидеть все риски;</p> <p>Сл2. Для каждого потребителя требуется индивидуальный подход;</p> <p>Сл3. Значительные временные и интеллектуальные затраты;</p> <p>Сл4. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой;</p> <p>Сл5. Большой срок поставок материалов и комплектующих, используемых при проведении научного исследования.</p>	<p>У1. Отсутствие спроса на данную технологию при появлении новых конкурентов;</p> <p>У2. Неточность при составлении комплекта технологической документации;</p> <p>У3. Колебания цен на данное исследование;</p> <p>У4. Нехватка финансирования;</p> <p>У5. Ограничения на экспорт технологии.</p>

Таблица В.20 – SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Потребность предприятий в данной технологии;</p> <p>С2. Технология, описанная в работе, несет в себе экономичность и ресурсоэффективность;</p> <p>С3. Актуальность и высокая технологичность;</p> <p>С4. Способность охватывать различные виды отраслей;</p> <p>С5. Экологичность технологии.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Невозможность предвидеть все риск;</p> <p>Сл2. Для каждого потребителя требуется индивидуальный подход;</p> <p>Сл3. Значительные временные и интеллектуальные затраты;</p> <p>Сл4. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой;</p> <p>Сл5. Большой срок поставок материалов и комплектующих, используемых при проведении научного исследования.</p>

Продолжение таблицы В.20

<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Создание партнерских отношений со многими видами отраслей;</p> <p>В2. Большой потенциал применения технологии в России и других странах;</p> <p>В3. Создание новых отраслей, требующих данную технологию;</p> <p>В4. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>-Способность охватывать различные виды дает большую возможность создавать партнерские отношения со всеми видами отраслевой промышленности, тем самым сохранять устойчивость финансового положения;</p> <p>-С каждым годом количество новых видов сосудов под давлением увеличивается, поэтому, увеличивается необходимость в создании новых технологий, следовательно, растет востребованность данной технологии сварки.</p>	<p>-Методика нуждается в усовершенствовании, т. к. в ней прослеживаются негативные моменты, такие как невозможность предвидеть все риски, большой срок проведения исследования и низкая скорость продвижения новых технологий в области разработки технологии сварки, при этом для каждого потребителя требуется индивидуальный подход;</p> <p>-При реализации функциональной стратегии сократятся все негативные моменты, напрямую зависящие от затрат.</p>
--	---	--

Продолжение таблицы В.20

<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на данную технологию при появлении новых конкурентов;</p> <p>У2. Неточность при составлении комплекта технологической документации;</p> <p>У3. Колебания цен на данное исследование;</p> <p>У4. Нехватка финансирования;</p> <p>У5. Ограничения на экспорт технологии.</p>	<p>-При появлении новых конкурентов на рынке следует ожидать падение спроса и, как вследствие этого, снижение финансового положения, и, возможно, сосредоточение только на определенных потребителях;</p> <p>-Несмотря на большие возможности проекта, имеется потенциальная возможность неточности при составлении комплекта технологической документации.</p>	<p>-Все вышеперечисленные негативные моменты напрямую связаны с неточностью при составлении комплекта технологической документации, поэтому технология нуждается в усовершенствовании.</p>
---	---	--

Таблица В.21 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

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

Таблица В.22 – Временные показатели проведения научного исследования

Название Работы	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$			Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$		
	$t_{min}$ , чел-дни			$t_{max}$ , чел-дни			$t_{ож}$ , чел-дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3							
Выбор темы выпускной квалификационной работы	1	1	1	3	3	3	2	2	2	Руководитель	2	2	2	3	3	3
Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	2	2	2	4	4	4	3	3	3	Руководитель, инженер	2	2	2	3	3	3
Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	7	6	6	14	12	12	10	8	8	Руководитель, инженер	5	4	4	7	6	6
Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения ВКР	10	10	10	15	15	15	12	12	12	Инженер	12	12	12	18	18	18

Продолжение таблицы В.22

Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	13	13	13	19	19	19	15	15	15	Инженер	15	15	15	22	22	22
Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	6	5	5	12	10	10	8	7	7	Руководитель, инженер	4	4	4	6	6	6
Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	9	9	9	16	16	16	12	12	12	Инженер	12	12	12	18	18	18
Анализ полученных результатов	14	14	14	17	17	17	15	15	15	Инженер	15	15	15	22	22	22
Подведение итогов ВКР	2	1	2	5	3	4	3	2	3	Руководитель, инженер	2	1	1	3	1	3
Согласование и проверка работ с научным руководителем	2	2	2	10	10	10	5	5	5	Руководитель, инженер	3	3	3	4	4	4

Таблица В.23 – Календарный план-график проведения ВКР

№	Вид работ	Исполнители	T <sub>кп</sub> , кал.дни	Продолжительность работ												
				Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Выбор темы выпускной квалификационной работы	Руководитель	3													
2	Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	3													
3	Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	7													
4	Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	Инженер	18													
5	Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	Инженер	22													
6	Подведение промежуточных итогов ВКР	Руководитель, инженер	6													

Продолжение таблицы В.23

7	Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	Инженер	18															
8	Анализ полученных результатов	Инженер	22															
9	Подведение итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	3															
10	Согласование и проверка работ научным руководителем	Руководитель, инженер	4															

– Руководитель

– Инженер

Таблица В.28 – Расчет бюджета затрат ВКР

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ	1870	1760	1830
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	56118,4	56118,4	56118,4
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	8417,8	8417,8	8417,8
4. Отчисления на социальные нужды	17424,8	17424,8	17424,8
5. Накладные расходы	13413	13395	13407
6. Бюджет затрат НИ	97244	97116	97198

Таблица В.29 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

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

Таблица В.31 – Опасные и вредные факторы при разработке ресивера

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	ГОСТ Р 56906-2016 «Национальный стандарт Российской Федерации. Бережливое производство. Организация рабочего пространства»
Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы	ГОСТ Р 56906-2016 «Национальный стандарт Российской Федерации. Бережливое производство. Организация рабочего пространства»
Ударные волны воздушной среды	ГОСТ Р 22.0.07-95 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров»
Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека	ГОСТ 12.1.005-88 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	ГОСТ 12.1.019-2017 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»

Продолжение таблицы В.31

Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от аргонодуговой сварки	ГОСТ 12.1.006-84 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»
Повышенный уровень общей вибрации	ГОСТ 31319-2006 (ЕН 14253:2003). «Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека»
Повышенный уровень локальной вибрации	ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001) «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека»
Повышенный уровень шума	ГОСТ ISO 9612-2016 «Акустика. Измерение шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах»
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»
Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника	СанПиН 1.2.3685-21 2.2.4 «Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы»
Монотонность труда	Р 2.2.2006-05 «ГИГИЕНА ТРУДА. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»

Продолжение таблицы В.31

Длительное сосредоточенное наблюдение	Р 2.2.2006-05 «ГИГИЕНА ТРУДА. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»
Вредные вещества, выделяющиеся при сварке	ГОСТ 32423-2013 «Классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на организм»

Таблица В.32 – Оптимальные и допустимые значения микроклимата для категории работ Пб

Процессы	Влажность, %	Температура, °С	Скорость, м/с
Оптимальные:			
Холодный	60-40	17-19	не более 0,2
Теплый	60-40	19-21	не более 0,2
Допустимые:			
Холодный	15-75	15-22	не более 0,5
Теплый	15-75	16-27	не более 0,5