

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
Разработка технологии сварки медных пластин 50x50x1,5 мм

УДК 621.791.05-047.37:669.3-41

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Тясто Илья Андреевич		01.06.2022

Руководитель ВКР

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

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Скрипко С.И.	–		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.	–		01.06.2022

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.		15.06.2022

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП

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

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

ПРИКАЗ

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

ВКР бакалавра (ВКР бакалавра/ ВКР специалиста/ ВКР магистра)

Студенту:

Группа	ФИО
1В81	Тясто Илье Андреевичу

Тема работы:

Разработка технологии сварки медных пластин 50x50x1,5 мм	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	09.12.2021 343-10/с

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); видсырья 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 анализи т. д.).</i></p>	<p>Данное техническое задание распространяется на разработку технологии сборки и сварки медных пластин толщиной 1,5 мм. Данное соединение применяется в различных видах промышленности. Потребность в изделиях из меди с каждым днем возрастает, поэтому их изготовление является перспективным направлением.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы 2. Описание конструкции 3. Разработка технологии сборки и сварки <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Выбор способа сварки 3.2. Выбор сварочных материалов 3.3. Расчет параметров режима сварки 3.4. Выбор сварочного оборудования 3.5. Заготовительные операции и оборудования для них 3.6. Сборочные и сварочные операции 3.7. Контроль качества сварных соединений 3.8. Дефекты сварки и методы их контроля 4. Комплект технологической документации
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Карта эскизов в составе комплекта технологической документации</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Обзор литературы	Гордынец А.С., к.т.н., доцент ОЭИ
Описание конструкции	Гордынец А.С., к.т.н., доцент ОЭИ
Разработка технологии	Гордынец А.С., к.т.н., доцент ОЭИ
Комплект технологической документации	Гордынец А.С., 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

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	09.12.2021
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Гордынец А.С.	к.т.н.		10.12.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Тясто Илья Андреевич		10.12.2022

Задание для раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Студенту:

Группа	ФИО
1В81	Тясто Илье Андреевичу

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя – 70 000руб. Оклад инженера – 20 000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премиальный коэффициент руководителя 30%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Коэффициент дополнительной заработной платы 15%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 27%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Сегментирование рынка 2. Оценка конкурентоспособности технических решений 3. Матрица SWOT 4. Календарный план-график проведения ВКР по теме 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.	К.Э.Н.		01.03.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Тясто Илья Андреевич		01.03.2022

Задание для раздела «Социальная ответственность»

Студенту:

Группа		ФИО	
1В81		Тясто Илья Андреевич	
Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение (НОЦ)	М.В. Тригуб
Уровень образован ия	бакалавриат	Направление/ специальность	15.03.01 Машиностроение: Оборудование и технология сварочного производства

Тема ВКР:

Разработка технологии сварки медных пластин 50x50x1,5 мм	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение	<p><i>Объект исследования:</i> медные пластины <i>Область применения:</i> машиностроение, сварочное производство <i>Рабочая зона:</i> производственное помещение <i>Размеры помещения:</i> 5*5 м и более <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> аргонодуговой сварочный инвертор, дефектоскоп <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> эксплуатация изделия в агрессивной химической среде</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:	<p>ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Взрывобезопасность. Общие требования (с Изменением N 1) от 28 июня 1976 Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»; ТК РФ Статья 221. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты; СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"</p>
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:	<p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним; 2. 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; 3. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека; 4. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий; 5. Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от аргонодуговой сварки; <p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень вибрации;

	<p>2. Повышенный уровень шума;</p> <p>3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</p> <p>4. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника;</p> <p>5. Монотонность труда;</p> <p>6. Длительное сосредоточенное наблюдение;</p> <p>7. Вредные вещества, выделяющиеся при сварке</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: знаки безопасности, герметизирующие, оградительные, глушители шума, дистанционного управления, предохранительные, заземляющие, средства для вентиляции и очистки воздуха, костюмы защитные, респираторы, сварочные маски, защитные очки</p>
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	<p>Воздействие на селитебную зону: СЗЗ не требуется</p> <p>Воздействие на литосферу: твердые металлические отходы, утилизация макулатуры, люминесцентных ламп, изношенных средств коллективной и индивидуальной защиты</p> <p>Воздействие на гидросферу: отходы эксплуатационных жидкостей, продукты жизнедеятельности персонала</p> <p>Воздействие на атмосферу: выбросы аргона, не воздействующего на атмосферу, из вентиляционных систем, тепловое воздействие вследствие испарения части охлаждающей воды не оказывает существенного влияния на атмосферу, так как ее процентное содержание мало</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	<p>Возможные ЧС: Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.); Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.); Техногенные аварии (обвал производственного здания, взрыв баллонов с аргоном в случае неправильной эксплуатации или ошибки при сборке и сварке; пожар в случае взрыва баллонов с аргоном около взрывчатых веществ)</p> <p>Наиболее типичная ЧС: пожар в результате взрыва баллонов с аргоном</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна	-		24.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Тясто Илья Андреевич		24.02.2022

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:

ВКР бакалавра

(ВКР бакалавра/ ВКР специалиста/ ВКР магистра)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающегося:

Группа	ФИО
1В81	Тясто Ильи Андреевича

Тема работы:

Разработка технологии сварки медных пластин 50x50x1,5 мм

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

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
02.02.2022	Введение	8
13.02.2022	1. Обзор литературы	8
01.03.2022	2. Объект и методы исследования	10
16.03.2022	3. Расчет и аналитика 3.1. Выбор способа сварки 3.2. Выбор сварочных материалов 3.3. Расчет параметров режима сварки пластин 3.4. Выбор сварочного оборудования 3.5. Технология сборки и сварки 3.7. Деформации и напряжения при сварке 3.8. Дефекты сварки и методы их контроля	9
12.04.2022	4. Результаты разработки	9
29.04.2022	5. Финансовый менеджмент	9
05.05.2022	6. Социальная ответственность	8
26.05.2022	Заключение	8
02.06.2022	Комплект технологической документации	10

СОСТАВИЛ:**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Гордынец А.С.	к.т.н.		10.12.2021

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ ИШНКБ	Скрипко С.И.			10.12.2021

СОГЛАСОВАНО:**Руководитель ООП**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина А.А.	к.т.н.		10.12.2021

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 98 страниц, 4 рисунка, 28 таблиц и 36 источников.

Ключевые слова: сварка меди, неплавящийся электрод, защитный газ, аргонодуговая сварка

Объектом исследования является разработка технологии сборки и сварки медных пластин 50x50x1,5 мм.

Целью данной выпускной квалификационной работы является изучить способы сварки, технологические и конструкторские особенности сборки и сварки медных пластин с толщиной стенки 1,5мм из меди марки М1.

В данной работе были изучены основные теоретические материалы по выбору стали, оборудования, типов электродов, режимов сварки. Также в технологическом разделе были рассмотрены основные этапы при подготовке, сварке, контролю сварных соединений при сварке медных пластин. Был подготовлен комплект технологической документации по сварке медных пластин 50x50 и толщиной 1,5 мм.

Выпускная квалификационная работа инженера сделана в программе для печати Microsoft Word 2016 и графическом редакторе «КОМПАС-3D V20».

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями.

ручная аргонодуговая сварка (РАД): Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом. Вид сварки.

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 основную часть металла, прилегающую к зоне термического влияния.

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

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

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 859-2014. Медь. Марки.

2. ГОСТ 24297-2013. Верификация Закупленной Продукции.

Организация проведения и методы контроля.

3. ГОСТ ISO 6848-2020. Дуговая сварка и резка. Электроды неплавящиеся вольфрамовые.

4. ГОСТ 10157 -2016. Аргон газообразный и жидкий. Технические условия.

5. ГОСТ 14771–76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

6. РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю.

7. ГОСТ Р ИСО 17637-2014. Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением.

8. ГОСТ Р 55724-2013 контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
9. ГОСТ 12.0.002- 2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения.
10. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
11. ГОСТ Р 56906-2016 Бережливое производство. Организация рабочего пространства.
12. ГОСТ 26522-85 Короткие замыкания в электроустановках. Термины и определения.
13. ГОСТ Р 51337-99 Безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных величин горячих поверхностей.
14. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
15. ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
16. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.
17. РД 24.200.11-90 Сосуды и аппараты, работающие под давлением. Правила и нормы безопасности при проведении гидравлических испытаний на прочность и герметичность.
18. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.
19. ГОСТ 12.1.003 – 2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). ШУМ. Общие требования безопасности.

20. ГОСТ 32423-2013. Классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на организм.

21. ГОСТ Р 56164-2014. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов при сварочных работах на основе удельных показателей.

22. СанПиН 1.2.3685– 21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

23. Р 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

24. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

I_c – величина силы сварочного тока (А);

U_d – величина напряжения дуги (В);

$d_{эл}$ – диаметр электрода (мм);

$V_{св}$ – скорость сварки (см/м);

H – глубина проплавления (мм);

e – ширина сварного шва (мм);

g – выпуклость сварного шва (мм).

ВИК – визуальный и измерительный контроль.

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

ψ – относительное сужение, %;

KCU – ударная вязкость, кДж / м²;

σ_B – предел прочности, МПа;

σ_T – предел текучести, МПа;

δ – относительное удлинение, %.

δ_5 – относительное удлинение, МПа;

$q_{эф}$ – эффективная тепловая мощность сварочной дуги, Дж;

Оглавление

Введение.....	20
1 Обзор литературы.	22
1.1 Основные свойства меди и её сплавов.....	22
1.2 Свариваемость меди.....	23
1.3 Режимы и способы сварки меди и её сплавов.....	25
2 Объект и методы исследования.....	28
2.1 Описание разрабатываемого сварного соединения.....	28
2.2 Выбор материала для разрабатываемой пластины.....	28
2.3 Верификация и входной контроль поступающей продукции.....	30
3.Расчет и аналитика.....	32
3.1 Выбор способа сварки.....	32
3.2 Выбор сварочных материалов.....	33
3.2.1 Выбор неплавящегося электрода.....	33
3.2.2 Выбор защитного газа.....	34
3.3 Расчет параметров режима сварки пластин.....	35
3.4 Выбор сварочного оборудования.....	37
3.4 Технология сборки и сварки емкости.....	38
3.4.1 Заготовительные операции.....	38
3.5 Технология сборки и сварки пластин.....	39
3.5.1 Сборочные операции.....	39
3.5.2 Сварочные операции.....	39
3.6 Деформации и напряжения при сварке.....	40
3.7 Дефекты сварки и методы контроля.....	41

4 Результаты разработки	43
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	44
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	44
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	44
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений	45
5.1.3 SWOT – анализ	47
5.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	50
5.2.1 Определение структуры работ в рамках научного исследования.....	50
5.2.2 Расчет трудоемкости выполнения работ	51
5.2.3 Разработка графика Ганта	52
5.3 Формирование бюджета затрат на НИ.....	56
5.3.1 Расчет материальных затрат	56
5.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	57
5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	58
5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	60
5.3.4 Отчисления на социальные цели (страховые отчисления).....	60
5.3.6 Накладные расходы.....	61
5.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .	61
5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	62
6 Социальная ответственность	65
6.1 Введение.....	65
6.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	66
6.2.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	66

6.2.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	68
6.3	Производственная безопасность.....	70
6.3.1	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;.....	71
6.3.2	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	72
6.3.3	Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека	73
6.3.4	Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работник, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	73
6.3.5	Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от аргонодуговой сварки	74
6.3.6	Повышенный уровень общей и локальной вибрации	75
6.3.7	Повышенный уровень шума	75
6.3.8	Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	76
6.3.9	Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника	76
6.3.10	Монотонность труда и длительное сосредоточенное наблюдение	77
6.3.11	Вредные вещества, выделяющиеся при сварке	78

6.4 Экологическая безопасность.....	79
6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	80
6.6 Вывод по разделу	82
Заключение	84
Список используемых источников.....	85
Приложение А Комплект технологической документации.....	89

Введение

В современном мире большое количество различных конструкционных изделий изготавливаются из разнообразных материалов и место сварки таких изделий играет важную роль, одним из таких материалов является медь.

Машиностроение, химическая, медицинская, электротехническая и строительная промышленность являются наиболее типичными сферами использования конструкционных изделий из меди и её сплавов.

Сфера применения меди зависит от её уникальных особенностей. Так же существует огромное количество способов сварки меди и её сплавов. Но важным критерием для любого способа сварки меди является её свариваемость. Когда оценивают данный критерий, важно помнить, что у меди есть существенные отличия от большинства конструкционных материалов. Например, у меди более высокая теплопроводность, также у данного металла коэффициент теплового расширения значительно выше, как и величина усадки при затвердевании. К сожалению, медь и ее сплавы обладают и негативными особенностями, которые повышают пористость и образуют кристаллизационные трещины, что ведёт к активному поглощению газов. Яркими примерами таких газов являются кислород и водород. Эта особенность негативная, так как данные газы понижают технологические и прочностные характеристики.

Именно поэтому в современной промышленности, предъявляются высокие требования к умениям и квалификации сварщика. Но также не меньшее внимание обращают на используемые материалы. Таким образом, технология сварки должна обеспечивать сохранение геометрических форм и размеров конструкции и основных свойств материала, ведь от правильной разработки технологии зависит не только срок эксплуатации изделия, но и безопасность жизни людей [1].

В отношении меди и медных сплавов малой толщины наибольшую популярность возымел такой метод сварки, как аргонодуговая сварка неплавящимся электродом. Но данный метод не является универсальным, т.к.

его производительность уступает другим разновидностям сварки. В данной работе рассмотрим данный способ сварки подробнее.

Целью данной работы является разработка технологии сборки и сварки медных пластин из меди марки М1 с геометрическими параметрами 50x50 мм и толщиной 1,5 мм.

Основываясь на цели исследования, ставлю перед собой следующие задачи:

- Подготовить теоретический материал по описанию особенностей меди и её сплавов;
- Сравнить существующие способы сварки и выбрать наиболее эффективный способ для моего проекта;
- Выбрать режимы сварки наиболее подходящие к выбранному способу сварки;
- Описать технологию сборки и сварки медных пластин;
- Рассчитать технико-экономические показатели сварки медных пластин.
- Предоставить маршрутную, операционную карты, а также карту эскизов для выбранной технологии сварки медных пластин толщиной 1,5мм.

1 Обзор литературы.

1.1 Основные свойства меди и её сплавов

В настоящее время сварка меди толщиной 1,5 мм является весьма востребованной. Конструкции из данного металла могут применяться в машиностроении, химической и электрической промышленности. Так медь используют в транспортировке жидкостей и газов, отводе тепла и электротехнике. Продукт может отличаться формой и назначением. Именно поэтому важно знать основные свойства меди и её сплавов, чтобы получившийся сварной шов отвечал всем предъявляемым к нему параметрам.

Общепризнанным критерием оценки чистоты меди является ГОСТ 859-2014. Именно его используют в промышленности, чтобы выбрать ту или иную марку меди для производства. Но для понимания всех процессов связанных с медью недостаточно знать только её чистоту, также важно знать и химические и физико-механические свойства данного металла.

Медь не обладает полиморфизмом, а все фазовые переходы происходят из-за изменений агрегатного состояния. Температура плавления меди 1083°C, а удельная теплота плавления равна 48,7 кал/ч. Теплоемкость меди 0,09 кал/(г°C) и практически не зависит от температуры металла. Коэффициент теплопроводности меди $\lambda=0,923$ кал/(см·с·°C) и зависит от температуры металла.

Летучесть меди не значительна, но при повышении температуры летучесть повышается, что создаёт негативный эффект при сварке данного металла. Поэтому необходимо проявить особое внимание к проветриванию помещения и вентиляции сварочных постов.

Удельное электрическое сопротивление меди 1,682 мкОм·см, но при повышении температуры сопротивление возрастает. Например, у жидкой меди в точке плавления удельное электрическое сопротивление в 2 раза больше, чем у твёрдой меди. Что касается физических и механических свойств, то у меди их значения могут резко измениться в том случае, если в металл добавить примеси даже в небольших объёмах.

Таблица 1 – Физико-механические свойства меди

Свойства	Медь	
	Мягкая	Твердая
E , кгс/мм ²	10 800	–
σ_p , кгс/мм ²	24	–
δ , %	50	6
ψ , %	75	35
σ_T , кгс/мм ²	7	38
a_H , кгс · м/мм ²	16–18	–
Твердость <i>HV</i>	45	120

После того, как были рассмотрены химические, физические и механические свойства, важно более подробно рассмотреть свариваемость данного металла.

1.2 Свариваемость меди

Медь и её сплавы сваривают с использованием самых различных способов сварки, начиная от обычной РДС и заканчивая термокомпрессионной сваркой. Но какими бы разнообразными и сложными данные способы сварки не являлись, у большинства из них есть определённые черты и особенности, о которых и пойдёт речь в данной главе.

Как уже упоминалось ранее, медь при обычных температурах является инертным металлом, но как только медь начинают нагревать, то она вступает в реакцию с различными элементами. Например, существуют такие элементы при взаимодействии с которыми получается взрывчатое. Но также и существуют такие элементы, с которыми медь не реагирует. Одним из таких элементов является азот. Важно упомянуть и взаимодействие меди с кислородом. Растворимость кислорода и некоторых других элементов в жидкой меди приводит к довольно сложным диаграммам плавкости. Также не последнюю роль играет фазовое состояние меди, что приводит к изменению химического сродства металла.

Для примера приведена диаграмма плавкости системы медь-кислород на рисунке 1.

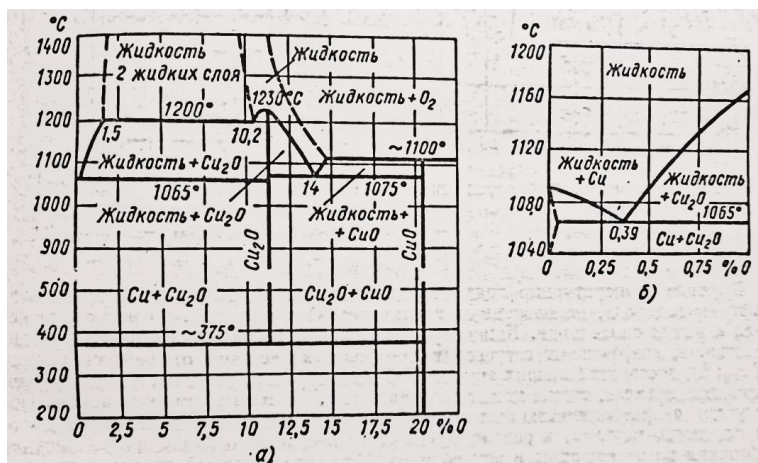


Рисунок 1 – Диаграмма плавкости системы медь-кислород:

а – общий вид диаграммы; б – верхний левый угол.

Взаимодействие меди и её сплавов с водородом может привести к образованию трещин, что, в свою очередь, понижает качество сварных соединений из меди и её сплавов. Продуктом реакции атомарного водорода с медью является гидрид меди. Данный гидрид имеет отличительную особенность, а именно это кристаллы красно-коричневого цвета. Из закона Сиверта известно, что растворимость водорода в жидкой и твердой меди значительна. На рис.2 приведена изобара растворимости водорода в меди и для сравнения дана изобара растворимости в железе. Изобара растворимости железа представлена из-за того, что растворимость водорода в меди в процессе кристаллизации изменяется относительно больше, чем растворимость в железе (почти в 2 раза).

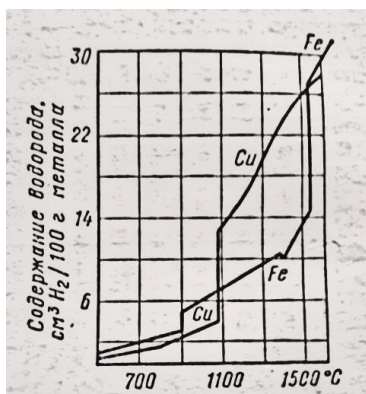


Рисунок 2 – Изобары растворимости водорода в меди и железе (давление водорода $p_{H_2} = 1 \text{ кгс/мм}^2$)

Но правильно разработанная технология сварки и исключение возможности взаимодействия водорода и сварочной ванны, ещё не гарантирует отсутствие дефектов за счет водорода, т.к. он может находиться в состоянии твердого раствора. Это может привести к внедрению водорода в основной металл. Это может произойти из-за того, что при сварке неминуемо возникают высокие температурные градиенты, что может вызвать перемещение водорода - термическая диффузия. Она будет направлена против потока тепла, т.е. из основного металла к сварочной ванне. Поэтому важно правильно рассчитать и выбрать режимы сварки. Таким образом, водород, содержащийся в основном металле, также может создавать дефекты в сварном соединении.

Именно поэтому в современном мире предъявляют высокие требования к конструкционным изделиям из меди. А именно, обращают внимание не только на содержание водорода в основном металле, но и ответственно подходят к выбору режима и способу сварки.

1.3 Режимы и способы сварки меди и её сплавов.

Несмотря на всё существующие разнообразие различных способов и методов сварки меди и её сплавов выделяют такие основные способы, как: дуговая сварка в защитных газах неплавящимся электродом, ручная дуговая покрытыми электродами и газовая сварка меди.

Сварка покрытыми электродами наиболее распространенный в России способ сварки. Это связано с тем, что данный способ позволяет производить сварку практически любых конструкций и деталей разной сложности, в труднодоступных местах, при разных пространственных положениях сварного шва. Также, инверторы РДС стоят по цене относительно недорого, что позволяет приобрести его практически любому сварщику. Но сварку покрытым электродом важно выполнять с тщательной подготовкой сварочных материалов. Т.к. только в этом случае данный вид сварки обеспечивает хорошие результаты (защиту и

малое загрязнение металла шва, относительно невысокие температурные градиенты, снижающие влияние водорода).

Дуговая сварка покрытыми электродами является одним из самых распространённых вариантов сварки меди. Такую сварку выполняют на постоянном токе обратной полярности. Для сварки изделий из чистой меди чаще используют сварку неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона, гелия или азота. Защитные газы должны быть особо чистыми. Для сварки сплавов меди в защитных газах (Ar и He) можно использовать присадочные проволоки, по составу совпадающие с основным металлом или содержащие небольшое количество раскислителей (Si и Mn). Сварку меди в среде защитных газов плавящимся электродом применяют реже, так как в этом случае капли электродного металла подвергаются существенному нагреву.

Также сварка медных заготовок может производиться и менее распространёнными способами.

К ним относятся такие методы сварки как:

- Диффузионная сварка в вакууме;
- Термокомпрессионная сварка;
- Холодная сварка.

Однако использование данных технологий ограничено высокой стоимостью, узкой направленностью и трудностью процесса, а также высокой сложностью. Таким образом, они применяются исключительно в случае необходимости сварить детали, требующие высокой степени точности, а также в случае обработки трудно свариваемого материала.

Подытожив вышесказанное можно выделить несколько основных параметров, которые могут затруднить сварку меди и её сплавов: [4]

- Легкая окисляемость в расплавленном состоянии. Данный параметр может привести к образованию горячих трещин, которые отрицательно влияют на характеристики сварного шва;

- Влияние вредных примесей. Их наличие на сварочный процесс приводит к тому, что металл шва склонен к охрупчиванию и трещинообразованию;

- Высокая чувствительность к вредному влиянию водорода;

- Склонность к росту зерна. Данный параметр приводит к охрупчиванию сварочного шва под влиянием высоких температурных градиентов в зоне термического влияния.

Учитывая перед началом работы эти четыре особенности при сварке меди и выполняя выше поставленные условия, можно будет добиться качественного и желаемого результата.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание разрабатываемого сварного соединения.

Объектом данного исследования является технология сборки и сварки медных пластин толщиной 1,5 мм неплавящимся вольфрамовым электродом в среде инертного газа аргона.

Конструкция представляет собой медную пластину прямоугольной формы (рисунок 3), состоящий из двух сварных пластин и предназначена для использования в электротехнической промышленности.

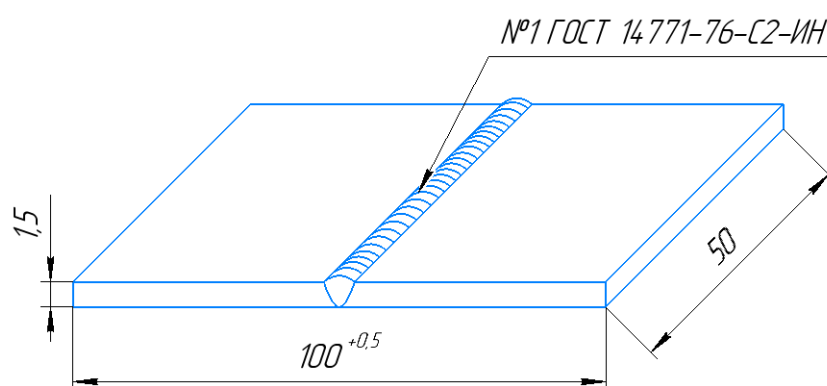


Рисунок 3 – медная пластина

Габаритные размеры пластины:

Длина пластины - 50 мм.

Ширина пластины - 100 мм,

Толщина пластины – 1,5 мм.

Масса пластины – $0,6 \times 10^{-3}$ кг.

2.2 Выбор материала для разрабатываемой пластины

Для изготовления данной заданной конструкции основой является правильно подобранный материал, от которого зависят его прочностные характеристики и экономичность самой конструкции.

В соответствии с заданием по теме ВКР, применяется материал из меди марки М1, так же называемая бескислородной медью.

Медный сплав М1 имеет отличные физические характеристики: высокую электропроводность и низкое удельное электрическое сопротивление, которое после термообработки отжигом снижается ещё на 2,8%. Пластические свойства сплава позволяют применять его для изготовления деталей, использующихся в неподвижных соединениях с эксплуатационной температурой до 250°C. Так же данную марку меди чаще используют в электротехнической промышленности, она проходит дополнительные тестирования на электропроводность, после чего ей присваивается индекс М1Е – электротехническая. Это обусловлено химическим составом меди согласно ГОСТ 859-2014, который представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав литой и деформированной меди М1 [4]

Марка меди	Массовая доля элемента								
	Примеси, не более								
	Bi	Fe	Ni	Zn	Sn	Sb	As	Pb	O ₂
М1	0,001	0,005	0,002	0,004	0,002	0,002	0,002	0,005	0,05

Требования к физическим свойствам меди - удельному электрическому сопротивлению, спиральному удлинению (способности к рекристаллизации при заданных параметрах термической обработки) и механическим свойствам устанавливают в стандартах на конкретные виды продукции и/или по согласованию сторон в контракте. [5]

Механические свойства меди в большей степени зависят от ее состояния и в меньшей от содержания примесей.

Таблица 3 – Механические свойства технической меди М1 [6]

Состояние	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	НВ	КСУ, кДж/м ²
	МПа		%			
Литое	160	35	25	–	40	–
Деформированное*	450	400	3	35	125	–
Отожженное	220	75	50	75	55	1,2 – 1,8

* Свойства проволоки, продеформированной на 90 %.

Холодная пластическая деформация (достигающая 90 % и более) увеличивает прочность, твердость, предел упругости меди, но снижает пластичность и электрическую проводимость.

По характеристикам основного металла, химическому и механическому свойствам, выбранный материал подойдет для производства данной конструкции.

2.3 Верификация и входной контроль поступающей продукции

При поступлении нового материала нужно проводить верификацию и контроль закупленной продукции согласно ГОСТ 24297-2013[9].

Верификация приобретенной продукции проводится с целью проведения проверки качества изделий, соответствующих установленным стандартам, а также предупреждения о запуске в производство и эксплуатации несоответствующих изделий и материалов.

На каждую поступающую продукцию должен составляться приемочный акт.

Изделия и материалы, поступившие на экспертизу, должны храниться отдельно от предварительно принятых или признанных несоответствующими по результатам экспертизы, иметь соответствующие идентификационные этикетки, ярлыки и др., свидетельствующие о том, что изделия еще не приняты или находятся на контроле и испытаниях.

Также при выполнении верификации продукции персонал должен выполнять ряд задач

- проведение верификации закупленной продукции, а также оформление документов и записей по результатам верификации;
- проверка наличия сопроводительной документации на продукцию, удостоверяющую ее качество и комплектность;
- своевременная выдача разрешений на запуск продукции в производство по результатам верификации;
- оформление претензий или рекламаций на несоответствующую продукцию;
- периодический контроль за соблюдением складскими работниками правил хранения и выдачи продукции в производство;
- извещение поставщиков о недостатках и несоответствиях продукции, выявленных при верификации, в процессе производства и эксплуатации; вызов, в случае необходимости, представителей поставщиков для участия в приемке и составлении актов о несоответствии продукции;

После проделанных операций персонал обязан расставить ярлыки соответствия на принятой продукции, а на несоответствующей продукции ставится знак несоответствия и на такую продукцию оформляется запрет [9].

3. Расчет и аналитика

3.1 Выбор способа сварки

Конструкцию из медных пластин можно изготовить с использованием практически всех сертифицированных промышленных видов сварки.

На выбор способа сварки влияют некоторые особенности и факторы, от которых и стоит отталкиваться, к ним относятся:

- Химический состав стали;
- Свариваемость основного материала;
- Толщина стенки;
- Производительность сварки;
- Размеры и параметры сварных швов;
- Экономические показатели.

Если учитывать, что сварка пластин будет производиться в заводских условиях в цеху, то сварка, скорее всего, будет осуществляться в более удобных положениях, то есть нижнем. Учитывая форму и размеры детали, протяженность сварного шва, а также толщину стенки, то для получения сварного шва высокого качества оптимальным способом для данной конструкции будет являться ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом. Этот способ также обладает рядом некоторых преимуществ:

- Возможности минимальной деформации сварных заготовок из-за небольшой зоны нагрева;
- Соединения с использованием защитных газов, которые вытесняют кислород, дают соединение высокого качества;
- Минимальные трудозатраты на последующую обработку шва;
- Широкий спектр свариваемых материалов.

Также главной особенностью РАД сварки является импульсный режим, которых входит во многие современные сварочные аппараты. В этом режиме достигается качественный провар, что позволяет улучшить сварку на низких токах.

Учитывая все вышеперечисленные факторы для разработки данной конструкции, целесообразно использовать РАД сварку с неплавящимся электродом в среде аргона.

3.2 Выбор сварочных материалов

Безусловно одним из самых главных параметров для получения качественного сварного соединения является правильный подбор сварочных материалов, от которых зависит не только получаемый результат, но и влияние на сам процесс сварки, так как от правильного подобранного материала зависит и сам срок эксплуатации конструкции.

Основными сварочными материалами в данной работе будут являться: защитный газ и вольфрамовый электрод.

3.2.1 Выбор неплавящегося электрода

Известно, что при РАД сварке, в качестве неплавящегося электрода используются вольфрамовые электроды различных диаметров. При сварке меди согласно ГОСТ ISO 6848-2020 можно применять такие электроды как WT-20, WC-20, WL-15. Согласно некоторым рекомендациям целесообразней всего использовать электрод из лантанированного вольфрама марки WL-15. Это связано с тем, что лантанированные электроды более долговечны и меньше загрязняют вольфрамом сварной шов. Оксид лантана равномерно распределен по длине электрода, что позволяет длительное время сохранять при сварке первоначальную заточку электрода. По сравнению с цериевыми и ториевыми, лантановые электроды имеют меньший износ рабочего конца электрода. Диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемых стенок, согласно рекомендации в данном случае подходит электрод диаметром 2 мм [10].

Также в процессе сварки возможно блуждание дуги и повышение нагрева, в таком случае электрод следует заточить, рисунок 4.

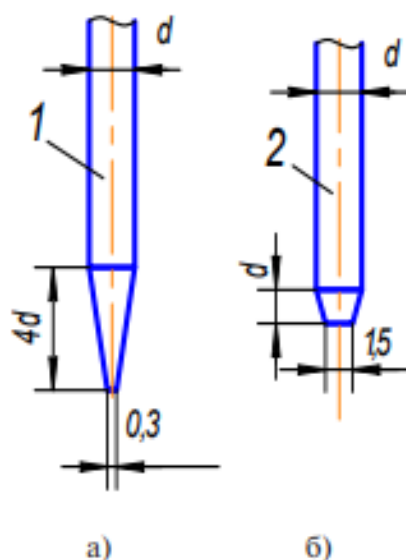


Рисунок 4 – Методы заточки электрода:

а) с острым углом заточки, б) с притуплённым углом заточки.

Если использовать первый вариант заточки, то можно значительно увеличить условия возбуждения дуги, но все это может привести к перегревам и прожогам. А при выполнении второго варианта, металл подвержен менее к концентрированным перегревам, но шов получается шире, по сравнению с первым вариантом.

Следовательно правильный выбор заточки и электрода влияет как на качество сварного соединения, так и на повышение производительности.

3.2.2 Выбор защитного газа

В процессе сварки меди малой толщины неплавящимся вольфрамовым электродом, целесообразно отдать предпочтение аргону, и совершать процесс сварки на постоянном токе прямой полярности. Благодаря аргону обеспечивается высокая устойчивость дугового разряда. Аргон защищает сварочную ванную от попадания вредных примесей, не вступая в реакцию с основным металлом. [11]

При сварке меди аргон должен содержать не меньше, чем 99,95% в соответствии с ГОСТ 10157-2016.

Таблица 4-Химический состав аргона по ГОСТ 10157 -2016 [12]

Объемная доля Ar, %, не менее	Объемная доля O_3 , %, не более	Объемная доля N_2 , %, не более	Объемная доля CO_2 , %, не более	Объемная доля водяных паров %, не более	Температура насыщения, К, не более
99,987	0,002	0,001	0,0005	0,01	215

3.3 Расчет параметров режима сварки пластин

Для сварки пластин применяется односторонние шов без разделки кромок типа С2 согласно ГОСТ 14771–76.

Таблица 5 – Конструктивные элементы и размеры (мм) сварного соединения по ГОСТ 14771–76 [12]

Способ сварки	S=S1, мм.	b, мм	e, мм	g, мм	g ₁ , мм
ИН	1,5	0+0,2	7±1	0±0,3	0±0,5

Подготовка кромок и форма сварного шва по типу С2 по ГОСТ 14771–76 представлена на рисунке 5.

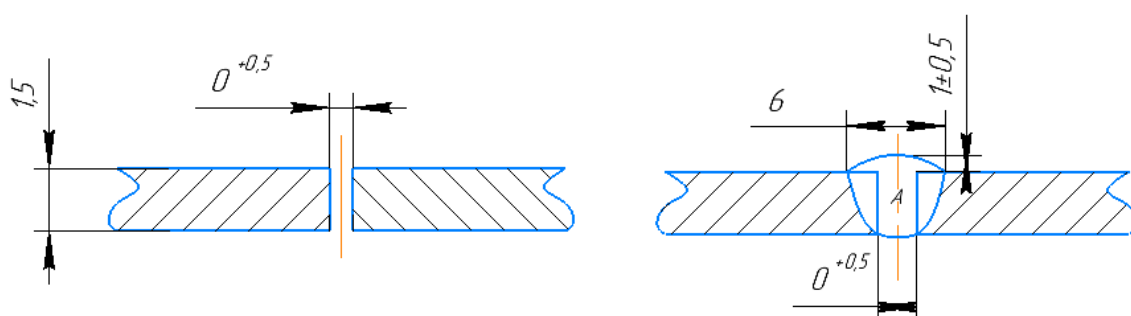


Рисунок 5 – Стыковое соединение тип С2

Определим площадь наплавки сварного шва по формуле:

$$F_H = S \cdot b + 0.75 \cdot e \cdot g = 1.5 \cdot 0.2 + 0.75 \cdot 7 \cdot 0.3 \approx 2 \text{ мм}^2, \quad (1)$$

Определим величину сварочного тока I_c по формуле [13]:

$$I_c = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot j = \frac{3.14 \cdot 2^2}{4} \cdot 27 \approx 85 \text{ А}, \quad (2)$$

Также можно устанавливать рекомендуемую силу тока 80-90 А. [14]

Определим напряжение сварочной дуги, U_d по формуле:

$$U_d = 10 + 0.04 \cdot I_c = 10 + 0.04 \cdot 85 \approx 14 \text{ В}, \quad (3)$$

Напряжение дуги в основном будет зависеть от вылета электрода, а также от длины дуги и силы сварочного тока.

Скорость сварки считается по формуле:

$$V_c = \frac{a_H I_c}{3600 \cdot \gamma \cdot F_H}, \quad (4)$$

В основном скорость при РАД сварке зависит от квалификации и опыта самого сварщика, при данной толщине скорость сварки устанавливается в районе 30 см/мин. [13]

Скорость подачи проволоки:

$$V_{пл} = \frac{4a_H I_c}{\pi d^2 \rho}, \quad (5)$$

Скорость подачи присадочной проволоки также определяется сварщиком.

Определение погонной энергии при сварке:

$$q_{п} = \frac{I_c U_d \eta_{эф}}{\pi d^2 \rho} = \frac{85 \cdot 14 \cdot 0.6}{3} = 238 \text{ Дж/см}, \quad (6)$$

где $\eta_{эф}$ – эффективный КПД нагрева изделия дугой, для аргонодуговой сварки равен 0,6.

Вылет вольфрамового электрода L , мм. При РАД сварке обычно не превышает 5 мм.

Расход защитного газа определяется из зависимости расхода защитного газа от напряжения и силы сварочного тока. При напряжении $U_d = 14 \text{ В}$ и силе

тока $I_c = 85$ А, принимаем за основной расход защитного газа на 1 м сварного шва, $q = 5-6$ л/мин. [9].

Полученные при расчете приближенные и выбранные по рекомендациям параметры режима РАД сварки представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Приблизительные параметры сварки

Номер слоя	Дэл, мм	I_c , А	Уд, В	L, мм	$V_{св}$, см/мин	Расход газа, л.
1	2,0	80-100	14-20	5	30	5-6

3.4 Выбор сварочного оборудования

В современное время технология РАД сварки набирает всю большую популярность в производстве различных изделий, и наличие современных источников питания на рынке становится более разнообразным.

При выборе источника питания главными критериями являются: сварочный ток, род тока, вольтамперная характеристика самого источника.

Для выбранного способа сварки источник питания должен обладать падающей ВАХ.

Род тока зависит от возможности использования выбранного электрода и сваряемого материала, для нержавеющей стали род тока должен быть постоянным, так как при переменном токе стабильность горения дуги в разы хуже.

Отталкиваясь от требований и удобства производства, для ручной аргодуговой сварки неплавящимся электродом возьмем сварочный аппарат инверторного типа HUGONG ETIG 200 DP III.

Он предназначен для РАД и РДС сварки на постоянном токе, имеет переносные ручки для удобства эксплуатации. На нем установлено управление и настройка параметров на базе микропроцессора, обладает режимом Pulse. Также обладает сохранением настроек в встроенную память. А учитывая, что данный аппарат является инверторным типом, его можно использовать до 200 А, что позволяет быстро расплавлять толстостенный металл. Он также включает ряд дополнительных настроек, которые позволяют выполнять процесс сварки на

сложно выполняемых участках. В таблице 7 представлены некоторые характеристики сварочного аппарата HUGONG ETIG 200 DP III.

Таблица 7 – Технические характеристики инвертора HUGONG ETIG 200 DP III.

Модель	ETIG 200 DP III.
Макс. Мощность, кВт	7,4
Диаметр проволоки, мм	1-3,2
Диапазон сварочного тока, А	10-200
Напряжение сети, В	220
Частота питающей сети, Гц	50-60
Габаритные размеры, мм	472x185x340
Масса, кг	10

Данный сварочный аппарат подходит по своим характеристикам для данного способа сварки герметичной емкости.

3.4 Технология сборки и сварки емкости

3.4.1 Заготовительные операции.

После выполнения чертежей конструкции нужно произвести разметку и резку листов нужной длины согласно размерам, установленным на чертеже.

Листы изготавливаются согласно ГОСТ 1173-2006, а согласно ГОСТ 19903-2015 устанавливаются размеры проката. Но на закупочных складах можно найти уже резанные листы, размеры которого устанавливает заказчик. В нашем случае возьмем лист 200 на 300 мм.

При поступлении материала в рабочий цех, производится акт приемки для подтверждения его соответствия требованиям стандартов, технических условий.

Следующим этапом производится разметка и раскрой листа, с учетом припуска на обработку и резание. Разметка производится с помощью линейки мела или чертилки. Резку листов выполняем с помощью ножниц по металлу.

При необходимости нужно выполнить ручную правку заготовок молотком с круглым бойком, перемещаясь от края выпуклости к ее центру.

3.5 Технология сборки и сварки пластин

3.5.1 Сборочные операции

После выполнения заготовительных операций нужно осуществить сборку пластин. Данные операции должны обеспечить удобство при сварке. Именно поэтому эти операции осуществляют на специальных сварочных столах. Заготовки будущей конструкции размещают на стенде и закрепляют их различными стяжками, при этом в обязательном порядке нужно выдерживать устанавливаемый зазор. Чтобы соединить заготовки между собой, выполняют прихватки. Для разных ответственных конструкций количество прихваток регламентируется нормативными документами. В нашем случае целесообразней будет выполнить не менее 1 и не более 2 шт. Длина прихватки равна 10-15 мм. Технология сварки и выполнения прихваток одинакова. Так как наша конструкция выполняется с помощью РАД сварки неплавящимся электродом в среде аргона, то прихватки перед сваркой будет достаточно зачистить металлической щеткой. Полная последовательность всех операций в маршрутной и операционной технологических картах, Приложение А.

3.5.2 Сварочные операции

Сварка шва длиной 50мм выполняется на проход стараясь равномерно прогревать шов, не задерживаясь на одном участке.

Для предотвращения перегрева допускается увеличение скорости сварки.

Сварку тонкостенной меди в среде защитного газа аргон следует выполнять на постоянном токе прямой полярности.

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

3.6 Деформации и напряжения при сварке

Теплопроводность сварочного материала в основном влияет на величину деформации. Есть такая зависимость что, чем выше теплопроводность материала, тем более равномерно он распределяется по основному металлу и тем меньше деформация сварного шва.

Неравномерный нагрев металла при сварке и его расширение вызывают появление собственных деформаций и напряжений. В отличие от напряжений, создаваемых рабочими нагрузками, в теле при отсутствии внешних существуют собственные деформации и напряжения

Различают следующие напряжения:

Тепловые напряжения. Эти напряжения вызваны неравномерным распределением тепла в процессе сварки;

Структурные напряжения. Они вызваны структурными изменениями, при которых происходит переохлаждение аустенита и образование мартенситных продуктов упрочнения в зоне сварного шва.

В зависимости от периода существования собственных деформаций и напряжений различают:

Остаточные, которые остаются в конструкции после снятия нагрузки;

Временные, которые существуют в конструкции лишь в определенный временной период

В зависимости от размеров зоны внутренние напряжения делятся на:

Напряжения I рода – компенсируются в больших объёмах, в зависимости от габаритов конструкции или ее отдельных частей.

Напряжения II рода – компенсируются в очень малых объемах тела в области одного или нескольких зёрен;

Напряжение III рода – компенсируются в объёмах, соизмеримых с атомной решеткой и связанных с искажениями атомной решетки.

Напряжения также еще делаются по направлению их действия.

- Вдоль оси шва - продольные;

- Перпендикулярно оси шва – поперечные.

Меры борьбы со сварочными деформациями и напряжениями

В рамках дипломного проекта, сварная пластина изготавливается из меди марки М1. Такая медь не нуждается в какой-либо обработке до сварки, но после сварке на поверхности сварного соединения могут появиться оксиды. Для этого надо сделать так, чтобы металл быстро остыл. Для того, чтобы избежать появления сварочных деформаций и напряжений, нужно обеспечить жёсткое закрепление конструкции при сборке, рациональную последовательность сварки, рассчитать режимы сварки и подобрать удовлетворяющее этим расчётам оборудование.

В других случаях, чтобы избавиться от сварочных напряжений, можно воспользоваться механической правкой конструкции.

3.7 Дефекты сварки и методы контроля

Визуальному и измерительному контролю подлежат все сварные соединения разрабатываемой сварной конструкции с целью выявления в ней наружных дефектов согласно РД 03-606-03 и ГОСТ Р ИСО 17637-2014.

Контроль качества выполняется визуально измерительным и ультразвуковым контролем в объеме 100 % на протяжении всех сборочно – сварочных операций [15].

В сварном соединении не должно присутствовать:

- трещин всех видов и направлений;
- свищей и пористости наружной поверхности шва;
- подрезов;
- наплывов, прожогов, незаплавленных кратеров;
- смещения и совместного увода кромок свариваемых элементов выше норм, предусмотренных настоящими правилами;
- не прямолинейность соединяемых элементов;

- несоответствие формы и размеров швов требованиям технической документации.

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

Перед визуальным осмотром поверхность сварного шва и прилегающие к нему участки основного металла шириной не менее 20 мм в обе стороны от шва должны быть зачищены от шлака и других загрязнений

Внешние дефекты, такие, как трещины, наплывы, прожоги, не заваренные кратеры, свищи в начале шва (зажигание дуги на основном металле), выводы кратера на основной металл, сплошные сетки или цепочки пор, непровары, подрезы — не допускаются.

УЗК проводится согласно ГОСТ Р 55724-2013. Сварное соединение допускается к проведению УЗК при наличии заключения о годности сварного соединения по результатам ВИК [17]

УЗК проводится для выявления внутренних и выходящих на поверхность протяженных (непровары, несплавления, трещины, подрезы, цепочки скопления пор и включений) и не протяженных (одиночные газовые поры, шлаковые включения) дефектов.

4 Результаты разработки

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологии сварки медных пластин квадратной формы для большего удобства и эргономичности с помощью ручной аргонодуговой сварки.

В расчетно-аналитической части работы был проведен анализ конструкции, произведен выбор основных и сварочных материалов.

В ходе выполнения ВКР были описаны заготовительные операции и технология сборки конструкции. Составлен рациональный раскрой металла. Выбрано и обосновано оборудование для заготовительных и сварочных операций и сборочно-сварочные приспособления, а также разработаны технологические карты сварных узлов, а также маршрутные и операционные технологические карты, сборки и сварки конструкции. Выбраны и описаны 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

Выпускная квалификационная работа по теме: «Технология сварки медных пластин 50x50x1,5 мм заключается в изучении теоретического материала по описанию меди и её сплавов, а также способах их сварки, в описании технологии сборки и сварки медных пластин, изготовленного из меди марки М1 методом ручной аргодуговой сварки неплавящимся электродом с присадочной проволокой.

Область применения меди обширна. К примеру, благодаря своей высокой электро- и теплопроводности, высокой коррозионной стойкости в некоторых агрессивных средах, медь используют в химическом и энергетическом машиностроении. Следовательно, для данного проекта целевой рынок – машиностроительные и энергетические предприятия, такие как ПАО «РусГидро», ООО «Газпром энергохолдинг», ПАО «Энел Россия», АО «ВЭЛТ», ООО «Промэко», АО "НПЦ "Полюс".

Целесообразно выбрать два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль, по которым будет производиться сегментирование рынка. Размер компании очень важен, т.к. крупные компании часто используют новые технологии и допускают некоторые риски, имея возможность возместить убытки. Что же касается отраслей, то не во всех предприятиях применяется данный исследовательский проект, а только в машиностроительных и энергетических. Отсюда вытекает географический критерий, потому что не всякий регион и не всякая страна имеет медные ресурсы.

В таблице 8 отражена карта сегментирования рынка предоставляемых услуг для крупных, средних и мелких машиностроительных и энергетических компаний.

Таблица 8 – Карта сегментирования рынка

		Отрасль				
		Энергетические предприятия			Машиностроительные предприятия	
Размер компании	Крупные					
	Средние					
	Мелкие					
	ПАО «РусГидро»	АО «ВЭЛТ»	Газпром энергохолдинг	АО "НПЦ Полюс"	ПАО «Энел Россия»	ООО «Пром эко»

Как видно из таблицы основными наиболее перспективными сегментами рынка в отраслях машиностроения и энергетики для формирования спроса являются компании всех размеров.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для сравнительного анализа альтернативных технологий сварки медных пластин толщиной 1,5мм была выбрана оценочная карта. Для оценки конкурентных способов была выбрана шкала от 1 до 5, где:

- 1 – наиболее слабая позиция;
- 2 – ниже среднего, слабая позиция;
- 3 – средняя позиция;
- 4 – выше среднего, сильная позиция;
- 5 – наиболее сильная позиция.

В таблице 9 представлен анализ альтернативных технических решений. Технология ручной аргонодуговой сварки медных пластин, Технология автоматической аргонодуговой сварки меди.

Таблица 9 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _р	Б _м	К _р	К _м
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Удобство в эксплуатации	0,11	4	5	0,44	0,55
Повышение производительности	0,12	4	5	0,48	0,6
Энергоэкономичность	0,12	5	3	0,6	0,36
Потребность в дополнительных исследованиях	0,18	3	2	0,54	0,36
Универсальность технологии	0,08	4	3	0,32	0,24
Специальное оборудование	0,09	4	4	0,36	0,36
Экономические критерии оценки эффективности					
Цена	0,09	4	4	0,36	0,36
Предполагаемый срок эксплуатации	0,14	5	4	0,7	0,56
Конкурентоспособность продукта	0,07	4	4	0,28	0,28
Итого	1	40	38	4,08	3,67

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \times B_i, \quad (7)$$

где K – конкурентоспособность вида; V_i– вес критерия (в долях единицы); B_i – балл каждого вида транспорта (по пятибалльной шкале).

Согласно данным, представленным в таблице, можно сделать вывод, что использование технологии ремонта методом наложения муфты П2 является наиболее эффективным и целесообразным при ремонте магистральных нефтепроводов. Уязвимость других технологий обусловлена большими затратами на материал и оборудование, а также узкую направленность на определенный вид дефекта.

5.1.3 SWOT – анализ

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

Для того что бы найти сильные и слабые стороны технологии сварки медных пластин 50x50x1,5 мм аргодуговой сваркой и технологий-конкурентов проведем SWOT–анализ. (таблица 10)

Таблица 10 – Матрица SWOT

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
С1. Наличие бюджетного финансирования. С2. Способность охватывать различные виды энергетических и машиностроительных отраслей С3. Устойчивое финансовое положение С4. Потребность предприятий в данной технологии С5. Постоянная информационная насыщенность.	В1. Создание партнерских отношений со всеми видами энергетических и машиностроительных отраслей В2. Большой потенциал усовершенствования технологии В3. Сокращение затрат за счет реализации функциональной стратегии В4. Создание новых технологий.
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
Сл1. Невозможность предвидеть все риски Сл2. Большой срок проведения исследования Сл3. Для каждого потребителя требуется индивидуальный подход Сл4. Низкая скорость продвижения новых технологий Сл5 Недостаток финансирования на усовершенствование проекта.	У1. Падение спроса при появлении новых конкурентов У2. Невостребованность проекта в связи с истощением ресурсной базой У3. Неточность при составлении комплекта технологической документации. У4. Колебания цен на данное исследование. У5. Снижение цен у конкурентов.

Выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта. Данное соответствие или несоответствие помогут

выявить потребность в проведении стратегических изменений. Для этого построим интерактивные матрицы проекта.

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	+	+	+	0
	В2	–	–	0	0	+
	В3	0	0	+	0	–
	В4	0	+	–	–	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие, коррелирующие сильные сторон и возможности: В1С1С2С3С4.

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	–	–	0	–	–
	В2	+	+	+	+	0
	В3	–	+	+	+	–
	В4	+	+	+	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие, коррелирующие слабых сторон и возможности: В2Сл1Сл2Сл3Сл4, В3Сл2Сл3Сл4, В4Сл1Сл2Сл3Сл4Сл5.

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	–	+	+	–	–
	У2	–	+	–	+	–
	У3	+	+	–	–	+
	У4	–	–	+	–	–
	У5	0	–	0	–	–

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие, коррелирующие сильные сторон и угроз: У1С2С3, У2С2С4, У3С1С2С5.

Таблица 14 – Интерактивная матрица проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У3Сл1Сл3Сл4.

Таблица 15 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Наличие бюджетного финансирования. С2. Способность охватывать различные виды нефтяных отраслей С3. Устойчивое финансовое положение С4. Потребность предприятий в данной технологии С5. Постоянная информационная насыщенность.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Невозможность предвидеть все риски Сл2. Большой срок проведения исследования Сл3. Для каждого потребителя требуется индивидуальный подход Сл4. Низкая скорость продвижения новых технологий Сл5 Недостаток финансирования на усовершенствование проекта.</p>
<p>Возможности: В1. Создание партнерских отношений со всеми видами нефтяной отрасли В2. Большой потенциал усовершенствования технологии В3. Сокращение затрат за счет реализации функциональной стратегии В4. Создание новых технологий.</p>	<p>-Способность охватывать различные виды отраслей и возможность бюджетного финансирования дают большую возможность создавать партнерские отношения со всеми видами отраслевой промышленности, тем самым сохранять устойчивость финансового положения.</p>	<p>-Методика нуждается в усовершенствовании, т. к. в ней есть некоторые негативные моменты, такие как невозможность предвидеть все риски, большой срок проведения исследования и низкая скорость продвижения новых технологий в области разработки технологии сварки, при этом для каждого потребителя требуется индивидуальный подход.</p>

Продолжение таблицы 15

<p>Угрозы: У1. Падение спроса при появлении новых конкурентов У2. Не востребованность проекта в связи с истощением ресурсной базой У3. Неточность при составлении комплекта технологической документации. У4. Колебания цен на данное исследование. У5. Снижение цен у конкурентов.</p>	<p>-При появлении новых конкурентов на рынке следует ожидать падение спроса и, как в следствие этого, снижение финансового положения, и, возможно, сосредоточение только на определенных потребителях. -При истощении ресурсной базы потребитель будет вынужден прекратить своё производство и отказаться от услуг исследования, что ведет к не востребованности проекта. -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>
---	--	--

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 16.

Таблица 16 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

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

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

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:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min\ i} + 2t_{\max\ i}}{5}, \quad (8)$$

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:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{Ч_i}, \quad (9)$$

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

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (10)$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48, \quad (11)$$

Для определения календарных дней выполнения работы необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}}, \quad (12)$$

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.

Таблица 17 – Временные показатели проведения научного исследования

Название Работы	Трудоемкость 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			сп.1	сп.2	сп.1	сп.2
	сп.	сп.2	сп.1	сп.2	сп.1	сп.2					
Выбор темы выпускной квалификационной работы	1	1	3	3	2	2	Руководитель	2	2	2	2
Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	2	2	4	4	3	3	Руководитель, инженер	1	1	1	1
Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	7	6	4	2	0	8	Руководитель, инженер	5	4	7	6
Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	0	0	5	5	2	2	Инженер	2	2	8	8
Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	3	3	9	9	5	5	Инженер	5	5	2	2
Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	6	5	2	0	8	7	Руководитель, инженер	4	3	6	4
Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	9	9	6	6	2	2	Инженер	2	2	8	8
Анализ полученных результатов	4	4	7	7	5	5	Инженер	5	5	2	2
Подведение итогов выпускной квалификационной работы	2	1	5	3	3	2	Руководитель, инженер	2	1	3	1
Согласование и проверка работ с научным руководителем	2	2	0	0	5	5	Руководитель, инженер	2	2	3	3

Таблица 18 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

№	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , ал.дни	Продолжительность работ												
				Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь	
1	Выбор темы выпускной квалификационной работы	Руководитель	2	■												
2	Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	1		■											
3	Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	7		■	■										
4	Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	Инженер	8			■	■	■								
5	Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	Инженер	2					■	■							
6	Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	6							■	■					
7	Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	Инженер	8								■	■	■			
8	Анализ полученных результатов	Инженер	2										■	■		
9	Подведение итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	3												■	■
10	Согласование и проверка работ с научным руководителем	Руководитель, инженер	3												■	■

■ – Руководитель

■ – Инженер

5.3 Формирование бюджета затрат на НИ

При планировании бюджета НИИ 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 НИИ;
- Основная заработная плата исполнителей темы;
- Дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- Накладные расходы.

5.3.1 Расчет материальных затрат

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

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i \times N_{расхi}, \quad (13)$$

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

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

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

Таблица 19 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб		Затраты на материалы, Зм, руб	
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
Бумага	лист	200	150	2	2	400	200
Картридж для принтера	шт.	1	1	2000	2000	2000	2000
Карандаш	шт.	1	1	10	10	10	10
Ручка	шт.	2	2	20	20	40	40
Блокнот	Шт.	1	1	50	50	50	50
Лист медный	Шт.	1	1	1007	1007	1007	1007
Электроды вольфрамовые WL-15	Кг.	1	1	4110	4110	4110	4110
Используемые газы	литр	15	15	9408	9408	9408	9408
Итого						18225	18025

5.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

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

Таблица 20 – Затраты на специально оборудование

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб		Затраты на материалы, З _м , руб	
		Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
Персональный компьютер	Шт.	1	1	90000	90000	103 500	103 500
Принтер	Шт.	1	1	17000	17000	19550	19550
Источник питания	Шт.	1	1	222660	222660	256059	256059
Итого						379109	379109

5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (14)$$

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

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

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \times T_{\text{р}}, \quad (15)$$

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

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \times M}{F_{\text{д}}}, \quad (16)$$

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

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

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p, \quad (17)$$

где $Z_{тс}$ – 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.:

$$Z_m = 37135 \times (1 + 0,15 + 0,3) \times 1,3 = 70\,000 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$Z_m = 15384 \times (1 + 0 + 0) \times 1,3 = 20000 \text{ руб.}$$

Таблица 21 – Баланс рабочего времени

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

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{70000 \times 10,4}{257} = 2830 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{20000 \times 11,2}{252} = 889 \text{ руб.}$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель: $T_p = 16$ раб. дней

Студент: $T_p = 68$ раб. дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{\text{осн}} = 2830 \times 16 = 45280 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера составила:

$$Z_{\text{осн}} = 889 \times 68 = 60452 \text{ руб.}$$

Таблица 22 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и инженера

Исполнители	$Z_{\text{ТС}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$ руб.	$T_{\text{р}}$, раб.дней	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Научный руководитель	37135	0,15	0,3	1,3	70000	2830	16	45280
Инженер	15384	0	0	1,3	20000	889	68	60352
Итого $Z_{\text{осн}}$, руб.								105732

5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times Z_{\text{осн}}, \quad (18)$$

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:

$$Z_{\text{доп}} = 45280 \times 0,15 = 6792 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата инженера составила:

$$Z_{\text{доп}} = 60452 \times 0,15 = 9067 \text{ руб.}$$

5.3.4 Отчисления на социальные цели (страховые отчисления)

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (19)$$

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

Таблица 23 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	45280	6792
Инженер	60452	9067
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,27	
ИТОГО	14059.44+18770.13=32829.57	

5.3.6 Накладные расходы

$$Z_{\text{накл}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \times k_{\text{нр}}, \quad (20)$$

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

Накладные расходы составили:

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}}^{\text{исп1}} &= [18225 + (45280 + 6792) + (60452 + 9067) + 32829.57] \times 0,16 \\ &= 27\,623 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}}^{\text{исп2}} &= [18025 + (45280 + 6792) + (60452 + 9067) + 32829.57] \times 0,16 \\ &= 27\,591 \text{ руб.} \end{aligned}$$

5.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 24 – Расчет бюджета затрат ВКР

Наименование статьи	Сумма, руб.	
	Исп.1	Исп.2
1. Материальные затраты НТИ	18225	18025
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	105732	105732
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	15859	15859
4. Отчисления на социальные нужды	32829.57	32829.57
5. Накладные расходы	27623	27591
6. Бюджет затрат НТИ	200268.57	200036.57

5.4 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:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (21)$$

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

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

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

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп1}} = \frac{200268.57}{200268.57} = 1; \quad I_{\text{фин.р}}^{\text{исп2}} = \frac{200036.57}{200268.57} = 0,999$$

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

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \times b_i, \quad (22)$$

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.

Таблица 25 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

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

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

$$I_{p-исп2} = 0,1 \times 4 + 0,15 \times 4 + 0,15 \times 3 + 0,2 \times 5 + 0,25 \times 4 + 0,15 \times 3 = 3,9.$$

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

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{фин.р}} = \frac{4,65}{1} = 4,65; I_{исп2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{фин.р}} = \frac{3,9}{0,999} = 3,904.$$

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

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

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп2}}{I_{исп1}}, \quad (23)$$

Таблица 26 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,999
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	4,65	3,904
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,83

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

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

6.1 Введение

Объектом исследования научно-исследовательской работы являются медные пластины. Медные листы, имеющие толщину 1.5мм, благодаря высокой электропроводности чрезвычайно востребованы в различных областях машиностроения, в электронике, в электровакуумной технике, в атомной промышленности и в строительстве. Лист 1.5мм обладает небольшой толщиной, поэтому превосходно поддается резке ножницами по металлу, легко гнется до нужной формы и пробивается крепежными элементами. В работе рассматривается применение медных пластин в качестве перемычек аккумуляторов. Главной его задачей является сбор и хранение заряда. Область применения данных аккумуляторов обширна. Такое оборудование пользуется большим спросом как в малых производствах, так и в больших производственных цехах, так как способность аккумуляторов накапливать и отдавать заряд крайне полезна на любом из производств.

Процесс технологии сборки и сварки медных пластин происходит в производственном помещении промышленных зданий. Размеры помещения: 5*5 м и более. Необходимое оборудование в рабочей зоне: аргонодуговой сварочный инвертор, ультразвуковой дефектоскоп, вытяжка. Также в рабочей зоне расположены необходимые инструменты для обработки, разметки и других действий. К ним относятся: ножницы по металлу, молоток с круглым бойком, линейка, чертилка, щетка металлическая, УШС-1, штангенциркуль.

Технология сборки и сварки медных пластин актуальна уже не одно столетие, так как они применяются повсюду, начиная с декоративного использования в быту и заканчивая использованием на промышленных предприятиях огромного масштаба.

6.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.2.1 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:

Рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;

Получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;

Отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;

Обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

Обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;

Дополнительное профессиональное образование за счет средств работодателя в случае ликвидации рабочего места вследствие нарушения требований охраны труда;

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;

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;

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

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

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

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.

6.2.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

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

– 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 проведение 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), рампы для централизованного обеспечения аргоном осуществляется контроль за

исправностью всей предохранительной арматуры. Предохранительные клапаны должны быть отрегулированы, опломбированы и содержаться в чистоте.

6.3 Производственная безопасность

При разработке технологии сборки и сварки медных пластин не исключена возможность влияния опасных и вредных факторов, отображенных в ГОСТ 12.0.003-2015, на рабочего. Данные факторы представлены в таблице 27. Таблица 27 – Опасные и вредные факторы при разработке технологии сборки и сварки медных пластин.

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	ГОСТ Р 56906-2016 «Национальный стандарт Российской Федерации. Бережливое производство. Организация рабочего пространства»
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»
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»

Продолжение таблицы 27

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»
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»

6.3.1 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 соединения пластин: 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.

6.3.2 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 пластин: 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.

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

Образующиеся при дуговой сварке брызги расплавленного металла имеют температуру до 1800 °С, при которой 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.

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

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.

6.3.5 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.

6.3.6 Повышенный уровень общей и локальной вибрации

Основным источником вибраций является сварочное оборудование. 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.

6.3.7 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.

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.

6.3.8 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.

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

6.3.9 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 28. Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°С и выходить за пределы величин, приведенных ниже.

Таблица 28 – Оптимальные и допустимые значения микроклимата для категории работ IIб.

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

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.

6.3.10 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.

6.3.11 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, CO 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 $1m^3$ объема здания, должна быть устроена механическая, общеобменная вентиляция.

6.4 Экологическая безопасность

Изготовление медных пластин 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 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. 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.

6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Среди возможных чрезвычайных ситуаций при изготовлении пластин можно выделить пожар и (или) взрыв. Причинами возникновения пожара и (или) взрыва являются короткое замыкание, разбрызгивание расплавленного металла при сварке и другие виды огневых работ. При разработке соединения медных платин может возникнуть взрыв баллонов с аргоном в случае несоблюдения техники безопасности или ошибки при сборке и сварке, а также пожар в случае взрыва баллонов с аргоном около взрывчатых веществ. Наиболее типичной ЧС

при разработке проектного решения является пожар в результате взрыва баллонов с аргоном.

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 соответствие 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 соответствие 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.

6.6 Вывод 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.

согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» производственное помещение для разработки технологии сборки и сварки медных пластин 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.

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 выпускной квалификационной работе была разработана технология сборки и сварки медных пластин 50x50 и толщиной 1,5 мм. Конструкция полностью разработана из меди марки М1.

Для решения поставленной задачи был произведен анализ литературы, изучены особенности сварки меди М1.

В ходе разработки данной технологии произведены различные заготовительные и сборочные операции, был совершен выбор сварочных материалов, выбор сварочного оборудования, произведены расчеты, а также выбранные по рекомендациям параметры режима аргонодуговой сварки. Предложены меры по борьбе с деформациями и напряжениями, возникающими после сваривания конструкции, приведены методы контроля изготовленной конструкции, а также оформлен комплект технологической документации, содержащий все необходимые для изготовления конструкции рекомендации. Также были рассчитаны приблизительные затраты на изготовление данной конструкции.

Были рассчитаны и анализированы показатели ресурсоэффективности и ресурсосбережения, отсюда следует, что для данной технологии, лучше всего подходит ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом, по сравнению с другими способами.

Проведен анализ процесса производства и эксплуатации конструкции на предмет влияния вредных и опасных производственных факторов на сварщика, а также на влияние окружающей среды. Предложены меры и мероприятия для снижения их действия на рабочего, а также для предотвращения и ликвидации, в случае возникновения, чрезвычайных ситуаций.

Список используемых источников

1. Акулов А. И. Технология и оборудование сварки плавлением / Акулов А. И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. – М.: Машиностроение, 1977. - 432 с.
2. Общие сведения о свариваемости металлов - ООО "АРКГОУ" [Электронный ресурс]. URL: <https://arkgou.ru/poleznaya-informatsiya/> (Дата обращения: 01.05.2022).
3. Васильев В.И. Введение в основы сварки; учеб. Пособие / Васильев В.И., Ильященко Д.П., Павлов Н.В. – М.: Машиностроение, 2011. - 177-197 с.
4. Клячкин Я.Л. Сварка цветных металлов и сплавов – М.: Машиностроение, 1964. – 336 с.
5. ГОСТ 859-2014. Медь. Марки – М.: Стандартиформ, 2014.
6. Медь и ее сплавы [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.net/preview/7429822/page:20/> (Дата обращения: 04.05.2022).
7. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. / Редкол.: Г.А. Николаев (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 – Т.1 / Под ред. Ю.Н. Зорина. 1978. – 135 с.
8. Сварка меди и ее сплавов: особенности и технологии [Электронный ресурс]. URL: <https://osvarka.com/svarka-metallov/svarka-medi-i-ee-splavov> (Дата обращения: 15.04.2022).
9. ГОСТ 24297-2013. Верификация Закупленной Продукции. Организация проведения и методы контроля. – М.: Стандартиформ. 2019.
10. ГОСТ ISO 6848-2020. Дуговая сварка и резка. Электроды неплавящиеся вольфрамовые. – М.: Стандартиформ. 2020.
11. ГОСТ 10157 -2016. Аргон газообразный и жидкий. Технические условия. – М.: Стандартиформ. 2019.

12. ГОСТ 14771–76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – М.: Стандартинформ. 2007.
13. Трущенко Е.А. Технологические основы сварки давлением и плавлением. Сварка плавлением: учебно-методическое пособие / Е.А. Трущенко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 80 с.
14. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. / Редкол.: Г.А. Николаев (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 – Т.2 / Под ред. Ю.Н. Зорина. 1978. – 266 с.
15. РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
16. ГОСТ Р ИСО 17637-2014. Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением. – М.: Стандартинформ. 2020.
17. ГОСТ Р 55724-2013 контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые. – М.: Стандартинформ. 2019.17. ГОСТ 19903-2015. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. – М.: Стандартинформ. 2016.
18. Васильев В.И. Введение в основы сварки; учеб. Пособие / Васильев В.И., Ильященко Д.П., Павлов Н.В. - М.: Машиностроение, 2011. - 242-247 с.
19. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
20. ГОСТ 12.0.002- 2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения. – М.: Стандартинформ. 2020.
21. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Стандартинформ. 2019.

22. ГОСТ Р 56906-2016 Бережливое производство. Организация рабочего пространства. – М.: Стандартинформ, 2020.
23. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197 – ФЗ (ред. от 25.02.2022).
24. ГОСТ 26522-85 Короткие замыкания в электроустановках. Термины и определения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005
25. ГОСТ Р 51337-99 Безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных величин горячих поверхностей. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000.
26. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
27. ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
28. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.: Сб. ГОСТов. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.
29. РД 24.200.11-90 Сосуды и аппараты, работающие под давлением. Правила и нормы безопасности при проведении гидравлических испытаний на прочность и герметичность.
30. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru>.
31. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2010.
32. ГОСТ 12.1.003 – 2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). ШУМ. Общие требования безопасности. – М.: Стандартинформ, 2019

33. СанПиН 1.2.3685– 21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания– М.: АО «Кодекс», 2021.

34. Р 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

35. ГОСТ 32423-2013. Классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на организм. – М.: Стандартинформ, 2019 год

36. ГОСТ Р 56164-2014. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов при сварочных работах на основе удельных показателей. – М.: Стандартинформ, 2015.

Приложение А

(обязательное)

Комплект технологической документации

ГОСТ 3.1105-84 форма 2

<i>Дубл.</i>									
<i>Взам.</i>									
<i>Подл.</i>									
							ФЮРА 01190.129		
				НИ ТПУ, ИШНКБ, ОЭИ				ФЮРА 10190.001	
Технология сварки медных пластин длиной 50мм, шириной 50мм и толщиной 1,5 мм.								у	
<p>Министерство науки и высшего образования Российской Федерации ЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ</p>									
СОГЛАСОВАНО					УТВЕРДИЛ				
Доцент ОЭИ ИШНКБ					Доцент ОЭИ ИШНКБ				
_____ Першина А.А.					_____ Першина А.А.				
<p>КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ</p> <p>по разработке технологии сборки и сварки стыкового соединения медных пластин</p> <p>длинной 50мм, шириной 50мм и толщиной 1,5 мм.</p>									
ПРОКОНТРОЛИРОВАЛ					РАЗАРАБОТАЛ				
доцент ОЭИ ИШНКБ					Студент гр. 1В81				
_____ Першина А.А.					Тясто Илья Андреевич				
НТД									
ТЛ	Титульный лист								

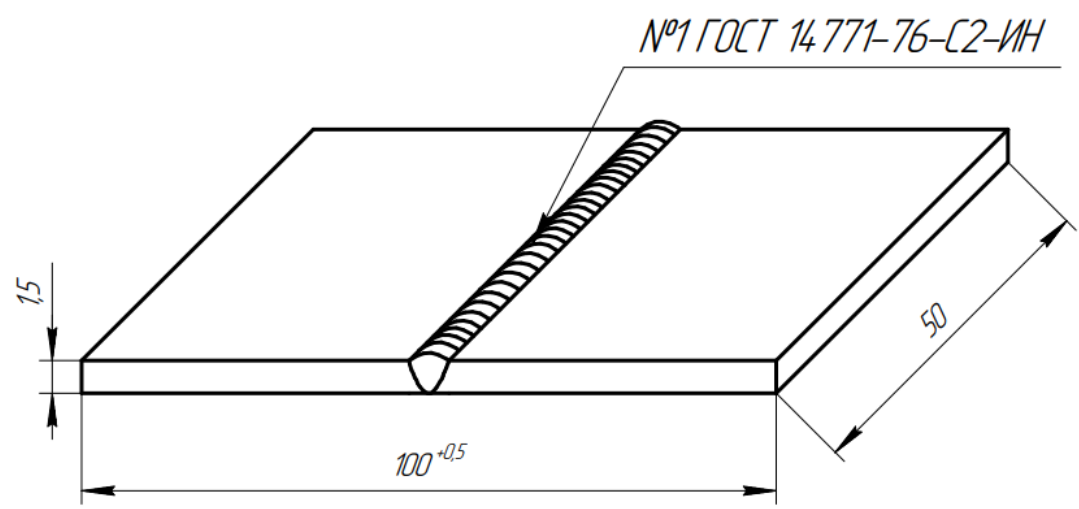
Дубл.																						
Взам.																						
Подл.																						
																ФЮРА.02190.1В81101	2					
Разраб.	Тясто И.А.								НИ ТПУ, ИШНКБ, ОЗИ								ФЮРА 10190.003					
																СТЫКОВОЕ СВАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПЛАСТИН				у		
Н.контр.	Першина А.А.																					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции				Обозначение документа													
Б					Код,наименование,оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.			
К/М					Наименование детали,сб.единицы или материала				Обозначение,код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.					
A13	1	2	1	015	Правка				ИОТ №1, ГОСТ 14771-76, РД 34.15.132 96													
B14	Правильная плита				3 слесарь				5	1	1											
K/M15	Заготовки правильной формы 1,5x50x50 М1				ГОСТ 1173-2006																	
O16	Выполнить ручную правку заготовок молотком с круглым бойком,перемещаясь от края выпуклости к ее центру																					
T17	Молоток с круглым бойком																					
A18	1	1	1	020	Сборка				ИОТ №1, ГОСТ 14771-76													
B19	Сварочный стенд, аргонодуговой сварочный инвентор				3 сварщик				6	1	1											
K/M20	Заготовки 1,5x50x50, WL-15 (Ø 2мм), аргон				ГОСТ ISO 6848-2020, ГОСТ 10157 -2016																	
O21	Уложить заготовки на установку, выставить требуемый зазор и закрепить с помощью стяжек																					
O22	Собрать стык на прихватках согласно эскизу ФЮРА 20190.001. Количество прихваток не менее 1 и не более 2, длина прихватка 10-15 мм																					
T23	Щетка металлическая, линейка																					
МК																Маршрутная карта				10		

Дубл.																							
Взам.																							
Подл.																							
																ФЮРА.02190.1В81101	3						
Разраб.	Тясто И.А.								НИ ТПУ, ИШНКБ, ОЭИ								ФЮРА 10190.004						
Н.контр.	Першина А.А.				СТЫКОВОЕ СВАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПЛАСТИН																у		
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции				Обозначение документа														
Б	Код,наименование,оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт.								
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала				Обозначение,код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.										
A24	1	2	1	025	Сварка				ИОТ №1, ГОСТ 14771-76, РД 34.15.132 96														
Б25	Сварочный стенд, аргонодуговой сварочный инвентор				3	сварщик	6	1	1														
К/М26	Заготовки 1,5x50x50, WL-15 (Ø 2мм), аргон				ГОСТ ISO 6848-2020, ГОСТ 10157 -2016																		
O27	Выполнить РАД сварку согласно карте эскизов ФЮРА 20190.001. Сварку одним проходом продольного шва длиной 50 мм.																						
O28	Обеспечить полное проплавления металла. Провести контроль сварного соединения																						
T29	Щетка металлическая, линейка																						
30																							
A31	1	2	1	030	Контроль ВИК				ИОТ №1, ГОСТ Р ИСО 17637-2014, ГОСТ 14771-76														
Б32					3	Дефектоскопист	6	1	1														
К/М33	Стыковое соединение пластин				ГОСТ 14771-76																		
O34	Провести УЗК сварного соединения согласно ГОСТ Р ИСО 17637-2014, ГОСТ 14771-76																						
T35	Линейка, лупа, УШС-1, штангенциркуль																						
36																							
МК	Маршрутная карта																	10					

ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

Диз.																								
Взам.																								
Подл.																								
													ФЮРА.02190.1В81101	2	2									
Разраб.	Тясто И.А.																							
Проверил	Першина А. А.																							
													ТПУ											
													Технология сборки и сварки медных пластин				У							
Ин. контр.	Першина А. А.																							



Примечание: Собрать конструкцию на прихватках
 Количество прихваток не менее 1 и не более 2, шт,
 длина прихватки 10-15 мм

КОМПАС-3D v20. Уведет версия © 2021 ООО "АСИОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены