

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение
Отделение школы (НОЦ) Электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Выбор способа дуговой сварки пластин из стали 20Х13

УДК:621.791.75:669.14

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Петухов Антон Вячеславович		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Першина А.А.	к.т.н.		

Томск – 2019 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение /
 Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

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

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Петухов Антон Вячеславович

Тема работы:

Выбор способа дуговой сварки пластин из стали 20Х13	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	13.05.2019г. №3649/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Настоящее техническое задание распространяется на разработку технологии дуговой сварки пластин из стали 20Х13. Разработанный технологический процесс, позволит повысить качество сварки данных типов сталей, снизить себестоимость выполнения работ.</p>
<p>Перечень подлежащих, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи проектирования, конструирования; содержание процедуры проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Литературный обзор 2 Объект и методы 3 Расчеты и аналитика 4 Выводы 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 6 Социальная ответственность

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Петухов Антон Вячеславович		

Реферат

Выпуск-

ная квалификационная работа 64с., 2рис., 21табл., 22источника, 11листов демонстрационного материала (слайдов)

Ключевые слова: пластины из стали 20Х13, механизированная сварка в среде защитного газа, углекислый газ, сварочное соединение.

Цель работы - разработка технологии сварки двух пластин встык из стали 20Х13.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были подобраны сварочные материалы, выбрано сварочное оборудование, проведен расчет параметров режимы сварки.

Внедрение данной технологии при производстве и ремонте изделий и конструкций из нержавеющей сталей позволит повысить надежность и долговечность сварного соединения, уменьшит время на осуществление сварочных операций.

В экономической части обоснован выбор способа механизированной сварки в среде защитного газа CO_2 .

Из показателей экономической оценки инвестиций можно сделать вывод, что внедрение предложенной технологии выгодно.

Проведен анализ вредных и опасных ситуаций на производстве. Предложены мероприятия по их предотвращению и ликвидации в случае возникновения, произведен расчет защитного заземления и составлен план эвакуации персонала.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016, графическом редакторе "КОМПАС-3D .

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

СТП ТПУ 2.5.01–2014 Положение о выпускных квалификационных работах бакалавра, специалиста и магистра в Томском политехническом университете.

ГОСТ 7.32–2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

ГОСТ Р 1.5–2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.

ГОСТ 8050-56 Углекислый газ сжиженный

ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 14771–76 Швы сварных соединений. Электродуговая сварка в защитных газах.

ГОСТ 1146-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия.

ГОСТ 12.0.002–2014 Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.

ГОСТ 12.1.003–2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.1.004 – 91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность.

ГОСТ 17.2.3.02–2014 Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями

Определения и сокращения

Выпускная квалификационная работа (ВКР) – работа, содержащая системный анализ известных технических решений, технологических процессов, выполняемая выпускником самостоятельно с использованием информации, усвоенной им в рамках дисциплин общетехнического и специального цикла. Проектно – технологическая документация (ПТД) – совокупность текстовых и графических документов, определяющих архитектурные, функционально – технологические, конструктивные и инженерно – технические и иные решения, состав которых необходим для оценки соответствия принятых решений заданию на проектирование, требованиям технических регламентов и документов в области стандартизации и достаточен для разработки рабочей документации для их выполнения.

КПД – коэффициент полезного действия;

CO₂ – углекислый газ;

Содержание

Введение	7
1 Общие сведения о сварке, история ее развития	9
2 Технологическая часть	10
2.1 Материал пластин	10
2.2 Механические свойства стали 20X13	11
2.3 Технологическая свариваемость стали 20X13	12
2.4 Выбор сварочного оборудования	14
2.5 Выбор сварочных материалов	17
2.6 Расчет режимов сварки	20
2.7 Расчет химического состава шва, физических характеристик шва	22
2.7.1 При механизированной сварки в защитном газе CO ₂	22
2.8 Расход сварочных материалов	24
3 Особенности технологии сборки и сварки пластин из сплава 20X13	24
3.1 Подготовительные операции	25
3.2 Технология сборки и сварки	25
4 Сварочные напряжения и деформации и меры борьбы с ними	27
4.1 Технический контроль качества и исправление брака	30
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	31
5.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	31
5.1.1 Инициация проекта	34
5.4 Планирование управления проектом	36
5.4.1 План проекта	36
5.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ	37
5.5 Бюджет научного исследования	41

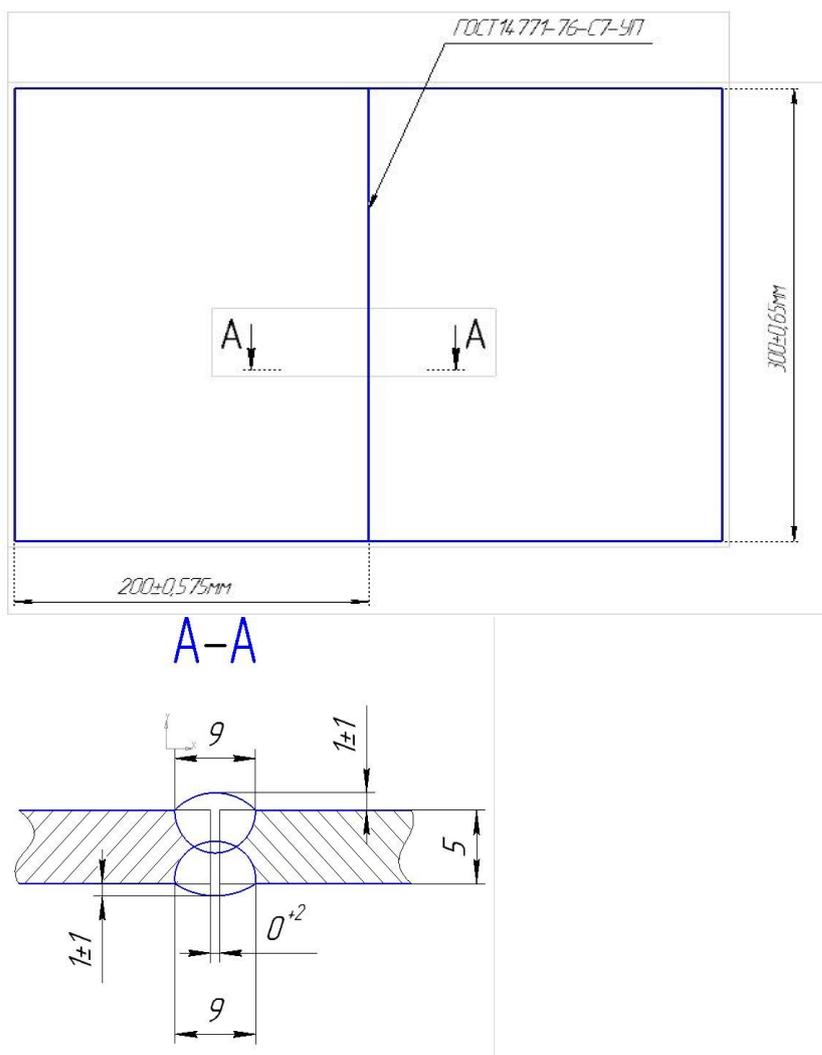
5.5.1 Расчет материальных затрат	41
5.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	42
5.5.3 Расчет фонда заработной платы	43
5.5.4 Расчет дополнительной заработной платы	45
5.5.5 Расчет отчислений во внебюджетные фонды	46
5.6 Формирование бюджета затрат	47
6 Социальная ответственность	51
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	51
6.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	51
6.2 Производственная безопасность	52
6.2.1 Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте	52
6.2.2 Разработка мероприятий по снижению вредных и опасных факторов	52
6.2.4 Ультрафиолетовое излучение	54
6.2.5 Защита от поражения электрическим током	54
6.2.6 Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	56
6.2.7 Ожоги при сварочных работах	57
6.3 Экологическая безопасность	58
6.3.1 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	58
6.3.2 Мероприятия по защите окружающей среды	58
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	59
6.4.1 Пожаровзрывоопасность	60
6.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	60
Список литературы	62

Введение

В 1913 году английский металлург Гарри Брерли, работая над проектом по улучшению оружейных стволов, случайно обнаружили, что добавление хрома в низкоуглеродистую сталь придает ей способность сопротивляться кислотной коррозии.[10] Высокая популярность такого материала, как нержавеющая сталь, объясняется ее уникальными характеристиками, которыми не обладают обычные углеродистые стальные сплавы. Все нержавеющие стали содержат железо в качестве основного элемента и хром в количестве от 11% до 30%. Добавление не менее 12% хрома в сталь делает её коррозионно-стойкой. Содержащийся в стали хром при взаимодействии с кислородом из атмосферы образует тонкий, невидимый слой оксида хрома, называемый оксидной пленкой. Размеры атомов хрома и их оксидов схожи, поэтому они примыкают вплотную друг к другу на поверхности металла, образуя стабильный слой толщиной всего в несколько атомов. Если поверхность нержавеющей стали порезать или поцарапать оксидная пленка разрушается, создаются новые оксиды, восстанавливающие поверхность и защищающие ее от окислительной коррозии. Железо, с другой стороны, поэтому и ржавеет быстро, потому что атомы железа гораздо меньше, чем атомы их оксидов, и оксиды образуют рыхлый, а не плотный слой. Кроме железа, углерода и хрома, современные нержавеющие стали могут также содержать другие элементы, такие как никель, ниобий, молибден, титан. Никель, молибден, ниобий и хром повышают коррозионную стойкость и другие физико-механические свойства нержавеющей стали. Добавление никеля в состав уменьшает теплопроводность и снижает электропроводность стали. Благодаря большому разнообразию марок нержавеющих сталей, представленных на современном рынке, их можно подбирать для успешного решения технологических задач различного характера. Именно хром, которого в составе нержавеющих стальных сплавов должно быть не менее 10,5%, обеспечивает данным материалам такие характеристики, как:

- исключительно высокая устойчивость к коррозии;
- очень высокая прочность;
- хорошая свариваемость;
- простота обработки методами холодной деформации;
- длительный эксплуатационный срок без потери первоначальных характеристик;
- эстетически привлекательный внешний вид изделий, изготовленных из сплавов данной категории.

В данной ВКР предлагается способ сварки в среде защитного газа (CO_2) двух пластин из стали 20Х13, размеры $300 \times 200 \times 5$ Рис.1



(рис. 1).

2Технологическая часть

2.1Материал пластин.

Сталь 20Х13 применяют при изготовлении изделий для работы в слабоагрессивных средах:

- атмосферные условия, кроме морских;
- водные растворы солей органических кислот при комнатной температуре;
- растворы азотной кислоты слабой и средней концентрации при умеренных температурах и др. Из сплава 20Х13 изготавливаются роторы промышленных двигателей, лопасти турбин и прочие немаловажные составляющие.

Сталь 20Х13 используют в тех случаях, когда изделия должны обладать достаточно высокой прочностью, а также высокой пластичностью и вязкостью.

Сталь 20Х13 удовлетворительно сваривается.

Сталь 20Х13 применяют также в качестве жаропрочного материала при температурах до 450-550 °С и в качестве жаростойкого — до 700 °С.

Химический состав стали 20Х13 приведен в таблице 1[9].

С%	Si%	Mn%	Ni%	S%	P%	Cr%
0,16-0,25	до 0,6	до 0,6	до 0,6	до 0,025	до 0,03	12-14

2.2 Механические свойства стали 20X13

Таблица 2 — Механические свойства стали 20X13 при низких и повышенных температурах [9].

Температура испытаний, °С	Предел прочности при растяжении, МПа	Предел текучести 0,2 МПа	Относительное удлинение, %
-40	780	590	23
-20	740	570	21
20	720	520	21
300	555	400	18
400	530	405	17
450	495	380	18
500	440	365	33
550	350	285	37

Сталь 20X13 обладает высокой стойкостью в атмосферных условиях (кроме морской атмосферы), речной и водопроводной воде. Свойства стали 20X13 для деталей, работающих при повышенных температурах длительное время, предельная рабочая температура составляет 450-475 °С, при кратковременной работе — 500-550 °С. Плотность стали 20X13 — 7,76 г/см³. Сталь 20X13 удовлетворительно сваривают электродуговой и аргодуговой автоматической и ручной сваркой. После сварки проводят отпуск сварных соединений или изделий. Температура отпуска зависит от уровня требуемых механических свойств. Чаще всего применяют отпуск при 680-760 °С.

Технологические параметры стали 20X13 [9]. Сталь 20X13 имеет хорошую технологичность при горячей пластической деформации. Температурный интервал горячей пластической деформации составляет от 1100 до 875-950 °С. Нагрев под прокатку и ковку до 780 °С проводят медленно. После горячей деформации применяют медленное охлаждение.

Для стали 20X13 обычно применяют смягчающий отжиг при 750-800 °С с охлаждением в печи до 500 °С. Окончательная термическая обра-

ботка – закалка с 950-1000 °С с охлаждением в масле или на воздухе и отпуск на заданную твердость и коррозионную стойкость.

2.3 Технологическая и металлургическая свариваемость данного материала.

Свариваемость - свойство металла или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки соединения, отвечающие требованиям, обусловленным конструкцией или эксплуатацией изделия.

При сварке приходится учитывать их повышенную чувствительность к сварочному нагреву, склонность к образованию горячих и холодных трещин. Вероятность образования трещин возрастает по мере повышения требований к прочности шва, особенно в том случае, если ставится задача достижения равнопрочности его с основным металлом. Чувствительность к закаливанию стали 20Х13 ориентировочно судят к коэффициенту эквивалентности по углероду для различных легирующих элементов.

Эквивалентное содержание углерода подсчитываем по формуле [1,с.203]

$$C_э = C + Mn/6 + Cr/5 + V/5 + Mo/4 + Ni/15 + Cu/13 + P/2 \quad (1)$$

Где С, Мn, Cr, V, Мо, Ni, Cu, P- процентное содержание легирующих элементов в металле шва.

$$C_э = 0,20 + 0,8/6 + 13/5 + 0,6/15 = 2,97\%$$

Стали с эквивалентом по углероду более 0,45% склонны к образованию трещин при сварке. Однако этот критерий не является основным для применения стали в сварной конструкции.

Стали 20Х13 относятся к ограниченно свариваемым, так как при охлаждении сварного шва на воздухе в зоне термического влияния может получаться широкая гамма закалочных структур: остаточного аустенита, мартенсита, бейнита, троостита, а это сопровождается повышением склонности сварного соединения к трещинообразованию.

Из- за повышенной склонности к трещинообразованию сталь 20Х13 отнесена к сталям с ограниченной свариваемостью.

Наиболее эффективным способом термообработки является способ локальной термообработки, так как он может осуществляться в общем производственном потоке с помощью экспресс-методов нагрева (газовой горелкой, токами высокой частоты, эластичными электронагревателями).

Ключевые особенности стали 20Х13. Сталь свариваемая ограниченно, такие функции, как подогрев сплава или термообработка доступны в зависимости от применяемого метода сварки, а также вида и назначения конструкции.

Основными методами сварки являются сварка в углекислом газе, аргоне (в том числе при сварке плавящимся электродом с добавлением 5—10% кислорода или углекислого газа), сварка под флюсом, ручная сварка покрытыми электродами.

Режимы сварки

При сварке в углекислом газе основные типы сварных соединений и их конструктивные элементы выбираются по ГОСТ 14771 - 76.таблица 3

Таблица 3 Режим сварки в защитном газе[4]

Толщина металла (мм)	Вид подготовки кромок	Число слоев	диаметр сварочной проволоки (мм)	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Расход газа, дм ³ /мин
4-6	Без разделок кромок С7 зазор 0-1,0	1-2	1,2-2,0	160-200	28-32	20-22	14-16

2.4 Выбор основного сварочного оборудования

При выборе источника питания сварочной дуги, согласно требованиям, предъявляемым к сварному соединению, будем руководствоваться следующими критериями:

- точную регулировку силы тока и стабильное поддержание на протяжении всего времени сварки;
- иметь падающую жесткую вольтамперную характеристику, для выполнения условия стабильного горения дуги;

- обеспечивать нормальное возбуждение и гашение дуги бесконтактным способом при низких значениях сварочного тока.

Полуавтомат ПДГ-351 для сварки на постоянном токе плавящейся электродной проволокой в среде углекислого газа

Основные преимущества

- 1 Независимая плавная регулировка скорости подачи проволоки.
- 2 Ступенчатое напряжение.
- 3 Зубчатое зацепление подающего и прижимного роликов.
- 4 Наличие режима заправки проволоки и настройки расхода газа.
- 5 Наличие термозащиты от перегрузки.
- 6 Наличие индикации перегрева.
- 7 Возможность работы с еврокассетой диаметром 300 мм.
- 8 Наличие площадки для установки баллона с защитным газом.
- 9 Конструкция тележки на поворотных колесах.
- 11 Класс изоляции Н по ГОСТ8865-70.
- 12 Быстроразъемные, безопасные токовые разъемы.



Рис.2 ПДГ-351

Технические характеристики% ПДГ-351

Напряжение питания, В	3x380
Частота, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А	315
Диапазон регулирования сварочного тока, А	40~380
Номинальное рабочее напряжение, В	30
Потребляемая мощность при номинальном токе, кВА	17
Напряжение на холостом ходу, В	42
Мощность электродвигателя подающего механизма, Вт	145
Номинальный режим работы ПВ при цикле 5 мин., %	70
Количество ступеней регулирования	20
Диаметр проволоки, мм	0,8-1,6
Количество пар подающих роликов	2
Тип разъема горелки	KZ-2
Пределы регулирования скорости подачи проволоки, м/ч	70~960
КПД, %	77
Класс изоляции	Н
Масса, кг	114
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	640x490x820

2.4.2 Сварка в защитном газе (CO₂)

Активные газы или продукты диссоциации в процессе сварки взаимодействуют с металлом сварочной ванны, растворяются в нём или образуют с элементами, входящих в его состав, химические соединения. Сварка в углекислом газе осуществляется главным образом плавящимся электродом, а иногда угольным электродом. В качестве плавящегося электрода служат низколегированные сварочные проволоки сплошного сечения и порошковые проволоки. Сварку низколегированными проволоками сплошного сечения ведут постоянным током обратной полярности. При сварке постоянным током прямой полярности, в следствии более высокого содержания в металле шва водорода, наблюдается интенсивное образование пор. Сварка активной проволокой сплошного сечения возможна и на прямой полярности. Питание дуги переменным током возможно при сварке порошковой проволокой, в состав в которой введены стабилизирующие дугу вещества. Использование вольфрамового электрода нецелесообразно, так как углекислый газ при высоких температурах является энергичным окислителем, приводящим к сгоранию электрода. Защита углекислым газом в основном применима при полуавтоматической сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей и в некоторых специальных случаях. Полуавтоматическую сварку в углекислом газе можно выполнять во всех пространственных положениях. Расширение области её применения идёт за счёт замены ручной сварки и полуавтоматической сварки под флюсом. Широкое использование полуавтоматической сварки в защитном газе взамен сварки ручной сварки покрытыми электродами обусловлено большей производительностью, лучшими условиями труда и меньшими требованиями к квалификации рабочих. Перед полуавтоматической сваркой под флюсом её преимущество заключается в возможности визуального наблюдения за расплавлением электрода, отсутствие операций по удалению и удержанию флюса и возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях.

2.5 Выбор сварочных материалов

2.5.1 Механизированная сварка в защитном газе (CO₂)

Основной особенностью автоматической сварки в углекислом газе является использование электродных проволок с повышенным содержанием элементов раскислителей, компенсирующих их выгорание в зоне сварки. Для сварки нашего соединения выбираем сварочную проволоку марки Св-20Х13. Сварочная холоднотянутая проволока из высоколегированной стали для сварки (наплавки) и изготовления электродов. Химический состав проволоки представлен в таблице.

Таблица 7-Химический состав сварочной проволоки ГОСТ 18143-72 [7].

C,%	Cr,%	Si,%	Mn,%	S,%	P,%
0,16-0,24	12-14	до0,6	До 0,6	0,025	До 0,03

Жидкая углекислота — бесцветная жидкость. Удельный вес жидкой углекислоты сильно изменяется с температурой. Вследствие этого она поставляется не по объему, а по весу. При температуре ниже 11 ° С жидкая углекислота становится тяжелее воды. При нормальных условиях (0° С и 760 мм рт. ст.) при испарении 1 кг жидкой углекислоты образуется 509 л газа. Растворимость воды в углекислоте невелика, не более 0,05%. Производится углекислый газ и в твердом виде, так называемый сухой лед.

В промышленном масштабе углекислоту получают в специальных установках, путем извлечения ее из газов, образующихся в результате сжигания кокса, антрацита или природного газа в специальных топках, в результате обжига известняка, а также из газов брожения в спиртовой и сахарной промышленности. Углекислота транспортируется в стальных баллонах, изготовленных по ГОСТ 849-57 в жидком состоянии при давлении 50—60 атм. Баллон окрашивается в черный цвет с надписью «углекислота». В обычный стан-

дартный баллон водяной емкостью 40 л заливается 25 кг углекислоты. При испарении 25 кг углекислоты образуется 12600 л газа.

Для сварки может использоваться углекислота по ГОСТ 8050-56. Весьма желательно использовать осушенную углекислоту. Содержание примесей в «пищевой» углекислоте ограничено следующими пределами: воды, растворенной в жидкой углекислоте, до 0,05%; воды в свободном состоянии до 0,10% от веса жидкой углекислоты. Однако заводы-изготовители углекислоты не всегда выдерживают эти условия и в отдельных случаях углекислота содержит до 5% примесей и до 150—200 г воды, которая скапливается под углекислотой на дне баллона. Применение такой углекислоты может вызывать образование пор и снижение пластических свойств металла шва. Именно поэтому дефекты при сварке чаще всего появляются в начале и в конце отбора газа из баллона. Это объясняется концентрацией водорода в этих объемах. Для устранения избытка влаги на пути газа ставится осушитель, заполненный стеклянной ватой и хлористым кальцием, силикогелием, медным купоросом или другими поглотителями влаги.

При выпуске газа из баллона, вследствие поглощения теплоты при испарении жидкой углекислоты, газ значительно охлаждается. При большом отборе газа возможно замерзание влаги, содержащейся в углекислоте, и закупорка редуктора. Во избежание этого рекомендуют подогревать углекислый газ, выходящий из баллона. Применение углекислого газа в качестве защитной среды обеспечивает надежную изоляцию зоны дуги от соприкосновения с газами воздуха и предупреждает азотирование металла шва. Углекислый газ является активным газом, в процессе сварки он взаимодействует с металлом шва. При высоких температурах углекислый газ диссоциирует с образованием весьма активного свободного одноатомного кислорода.

Как двуокись, так и окись углерода практически не растворимы в твердом и расплавленном металле. Свободный активный кислород окисляет элементы, присутствующие в сварочной ванне, в зависимости от их сродства к кислороду и концентрации.

В результате этих реакций при сварке в углекислом газе наблюдается сравнительно значительное выгорание Сг, Al, Ti, V, Si, Mn и также углерода.

Особенно энергично окисление примесей происходит при сварке плавящимся электродом. Это связано с тем, что при сварке плавящимся электродом взаимодействие расплавленного металла с газом происходит при пребывании капли на конце электрода и в сварочной ванне, а при сварке неплавящимся электродом — только в ванне. Как известно, взаимодействие газа с металлом в дуговом промежутке происходит значительно интенсивнее вследствие высокой температуры и большей поверхности контактирования металла с газом.

2.6 Расчёт параметров режима сварки

2.6.1 Механизированная сварка в защитном газе (CO₂)

Для сварки в защитном газе пластин толщиной 5мм принимаем диаметр проволоки $d_3=1,2$ мм.

1) Площадь наплавленного металла:

$$F_H = K^2/2, \quad (10)$$

где K - катет шва, мм.

$$F_H = 5^2/2 = 12,5 \text{ мм}^2 = 0,125 \text{ см}^2$$

2) Сила сварочного тока $I_{св}$:

$$I_{св} = \pi \times d_3 / 4 \times j, \quad (11)$$

где d_3 – диаметр электродной проволоки, мм;

j – допускаемая плотность тока.

$$I_{св} = ((3,14 \times 1,2^2) / 4) \times 90 = 138,47 \approx 140 \text{ А}$$

3) Напряжение дуги:

$$U_D = 20 + 50 \times 10^{-3} / \sqrt{d_3} \times I_{св}, \quad (12)$$

$$U_D = 20 + ((50 \times 10^{-3}) / \sqrt{1,2}) \times 140 = 25,9 \approx 26 \text{ В}$$

4) Скорость сварки:

$$V_{св} = (\alpha_H \times I_{св}) / (3600 \times \gamma \times F_H), \quad (13)$$

где $\alpha_H = 12$ - коэффициент наплавки, г/А ч.

$$V_{св} = (12 \times 140) / (3600 \times 7,8 \times 0,125) \approx 0,5 \text{ см/с}$$

5) Погонная энергия:

$$g_{п} = I_{св} \times U_{д} \times \eta_H / V_{св}, \quad (14)$$

где $I_{св}$ - сварочный ток; $U_{д}$ - напряжение; $V_{св}$ - скорость сварки; $\eta_H = 0,8 \div 0,84$ – эффективный КПД для дуговых методов в CO_2 .

$$g_{п} = (140 \times 26 \times 0,8) / 0,5 = 5,824 \text{ кДж/см}$$

6) Глубина провара

$$H = A \times \sqrt{\frac{q_n}{\Psi_{пр}}}, \quad (15)$$

$$\text{где } A = \sqrt{\frac{1}{\pi \times e \times c \times \gamma \times T_{пл}}} = 0,001169$$

7) Коэффициент провара

$$\Psi_{пр} = K \times (19 - 0,01 \times I_{св}) \times \frac{d_э \times U_{д}}{I_{св}}, \quad (16)$$

где K – коэффициент проплавления

$$K = 0,367 \times i^{0,1925}$$

$$K = 0,367 \times 90^{0,1925} = 0,87$$

$$\Psi_{пр} = 0,87 \times (19 - 0,01 \times 140) \times \frac{1,4 \times 26}{140} = 3,98$$

$$H = 0,001169 \times \sqrt{\frac{5824}{3,98}} = 0,05 \text{ см}$$

8) Высота валика

$$q = F_H / 0,73 \times e, \quad (17)$$

$$q = 0,24 \text{ см}$$

9) Величина проплавления вертикальной стенки

$$S_B = (0,8 - 1,0) \times H, \quad (18)$$

$$S_B = 0,045 \text{ см}$$

10) Общая высота шва:

$$C = H + q, \quad (19)$$

$$C = 0,05 + 0,24 = 0,29 \text{ см}$$

11) Площадь проплавления

$$F_{\text{пр}} = \frac{\pi \times \psi_{\text{пр}} \times C^2}{4} - F_n \quad (20)$$

$$F_{\text{пр}} = \frac{3,14 \times 3,98 \times 0,29^2}{4} - 0,125 = 0,138 \text{ см}^2$$

2.7 Расчёт химического состава шва, физических характеристик металла шва.

Степень легирования металла шва, с некоторой погрешностью, может быть установлена сопоставлением химического состава основного металла и металла наплавленного валика, определяемого по формуле:

$$R_{\text{ш}} = R_0 \cdot \gamma + (1 - \gamma) \cdot R_s \pm \Delta R, \quad (21)$$

где $R_{\text{ш}}$ – содержание рассчитываемого элемента, %;

R_0 – содержание того же элемента в основном металле, %;

ΔR -

$(1 - \gamma)$ – доля участия электродного металла в металле шва, %;

R_s – содержание рассчитываемого элемента в металле, наплавленном данной маркой электродов или сварочной проволоки, %;

γ - доля участия основного металла в металле шва.

2.7.1 Сварка в защитном газе (CO₂)

$$\gamma = F_{\text{пр}} / (F_{\text{пр}} + F_{\text{н}}), \quad (29)$$

$$\gamma = \frac{0,138}{0,138 + 0,125} = 0,51$$

Определяем химический состав для сварки в CO₂:

$$[\text{C}]: R_{\text{ш}} = 0,20 \times 0,51 + (1 - 0,51) \times 0,08 = 0,1412\%$$

$$[\text{Cr}]: R_{\text{ш}} = 13 \times 0,51 + (1 - 0,51) \times 14 = 13,49\%$$

$$[\text{Si}]: R_{\text{ш}} = 0,6 \times 0,51 + (1 - 0,51) \times 0,5 = 0,5559\%$$

$$[\text{Mn}]: R_{\text{ш}} = 0,6 \times 0,51 + (1 - 0,51) \times 0,5 = 0,5559\%$$

$$[\text{Ni}]: R_{\text{ш}} = 0,6 \times 0,51 + (1 - 0,51) \times 0,6 = 0,6\%$$

$$[\text{S}]: R_{\text{ш}} = 0,025 \times 0,51 + (1 - 0,51) \times 0,025 = 0,025\%$$

$$[\text{P}]: R_{\text{ш}} = 0,03 \times 0,51 + (1 - 0,51) \times 0,03 = 0,03\%$$

Определение механических характеристик для сварки в CO₂:

Методика определения изложена в [1, с.200]

Определим скорость охлаждения металла [5, с.14]

$$W = 2\pi \lambda c_p \frac{(T - T_0)^3}{\left(\frac{g}{V} \times \delta\right)^2},$$

(30)

где: λ -коэффициент теплопроводности

c_p -объёмная теплоёмкость

δ -толщина металла

g -погонная энергия

T_0 -начальная температура металла, принимаемая 20 °С

$$W = 39,1 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{с}$$

Данную величину подставим в таблицу [1, с.200] и получим значения относительных характеристик, затем произведём расчёт характеристик:

для предела прочности шва, МПа

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{в.ш}} &= f(\sigma_{\text{в}})\sigma_{\text{в},0}, \\ \sigma_{\text{в.ш}} &= 1,44 \times 1620 = 2268 \text{ МПа}\end{aligned}\tag{31}$$

для относительного удлинения шва, %

$$\begin{aligned}\delta_{\text{ш}} &= 0,43 \times \psi_{\text{ш}}, \\ \delta_{\text{ш}} &= 0,43 \times 31,2 = 13,4 \%\end{aligned}\tag{32}$$

для предела текучести шва

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{т.ш}} &= f(\sigma_{\text{т}})\sigma_{\text{т},0}, \\ \sigma_{\text{т.ш}} &= 1,77 \times 1275 = 2256,75 \text{ МПа}\end{aligned}\tag{33}$$

для относительного поперечного сужения

$$\begin{aligned}\psi_{\text{ш}} &= f(\psi)\psi_0, \\ \psi_{\text{ш}} &= 0,43 \times \psi_{\text{ш}} = 13,4 \%\end{aligned}\tag{34}$$

твёрдость по Бринелю

$$\begin{aligned}\text{НВ}_{\text{ш}} &= f(\sigma_{\text{в}})\text{НВ}_0, \\ \text{НВ}_{\text{ш}} &= 1,44 \times 241 = 347,04\end{aligned}\tag{35}$$

2.8 Расход сварочных материалов

Расход электродной проволоки при сварке в CO_2

$$G_{\text{эл}} = G_{\text{н}} \cdot K_{\text{п}},\tag{38}$$

где $G_{\text{эл}}$ – масса электродной проволоки;

$K_{п} = 2,06$ -коэффициент, учитывающий неизбежные потери электродной проволоки при наладке оборудования, не использовании концов проволоки в бухте.

$$G_{н} = (7,8 \cdot 0,125 \cdot 200) \times 2 = 390 \text{ г.}$$

$$G_{эл} = 390 \times 2,06 = 803,4 \text{ г.}$$

Расход электродной проволоки – 0,8 кг на 2 м шва.

3. Особенности технологии сборки и сварки

3.1 Технология сборки и сварки.

Перед сваркой, как правило, стоит задача сборки конструкции, т.е. установление и фиксация деталей в предусмотренном проектом положении. Сборка под сварку является одной из трудоемких и механизированных операций. Она должна обеспечивать возможность качественной сварки конструкции. Для этого необходимо выдержать заданный зазор между соединяемыми деталями, установить детали в проектное положение и закрепить между собой так, чтобы взаиморасположение деталей не нарушилось в процессе сварки и кантовки, а если необходимо, и транспортировки. Должен быть обеспечен свободный доступ к месту сварки. В подавляющем большинстве случаев взаимное расположение деталей перед дуговой сваркой фиксируется при помощи коротких отрезков швов, называемых прихватками. В ряде случаев, особенно при сварке жестких узлов, прихватки заменяют сплошным швом небольшого сечения (беглым швом), что значительно повышает стойкость металла шва против кристаллизационных трещин и уменьшает вероятность нарушения заданного взаимного расположения деталей в процессе сварки вследствие растрескивания прихваток. Беглый шов сваривают вручную или механизированным способом.

Для скрепления деталей перед сваркой и в процессе применяют специальные планки – гребенки, удаляемые по мере формирования шва. Для закрепления деталей широко применяют струбцины, клинья, стяжные уголки и другие механические приспособления. В некоторых случаях при массовом характере производства используют специальные кондукторы, в которых осуществляется сборка и сварка.

В целом свариваемость высоколегированных сталей оценивается как ограниченная. При сварке приходится учитывать повышенную чувствительность к сварочному нагреву, склонность к образованию горячих и холодных трещин. Вероятность образования трещин возрастает по мере повышения требований к прочности шва, особенно в том случае, если ставится задача достижения равнопрочности его с основным металлом.

Чтобы свести к минимуму наличие дефектов рекомендуется подогрев и требуется последующая термообработка.

4 Сварочные напряжения и деформации и меры борьбы с ними.

В результате местного нагрева металла, обусловленного воздействием концентрированного источника теплоты, в сварной конструкции возникают временные и остаточные напряжения. Временные сварочные напряжения наблюдаются только в определенный момент сварки в процессе изменения температуры. Напряжения, существующие после окончания сварки конструкции и полного ее остывания, называют остаточными сварочными напряжениями. Они возникают в результате затруднений расширения и сжатия металла при его нагреве и остывании.

Затрудненность расширения и сжатия металла обусловлена тем, что нагретый участок со всех сторон окружен холодным металлом, размеры которого не претерпевают никаких изменений. Реактивные остаточные напряжения возникают в связи с дополнительным закреплением свариваемых деталей, также препятствующим нормальному протеканию процессов расширения и сжатия. Структурные напряжения возникают в конструкции вслед-

ствие структурных превращений участков металла околошовной зоны, нагретых в процессе сварки до температуры выше критических точек.

В сварных соединениях незакаливающихся низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей, нержавеющей хромоникелевых и хромо никель марганцовистых ферритно-аустенитных и аустенитных сталей, а также высокохромистых сталей ферритного класса возникают только тепловые и усадочные собственные напряжения. В сварных соединениях закаливаемых сталей возникают как тепловые, так и структурные собственные напряжения. Собственные напряжения в металлических деталях могут возникнуть при их сварке, отливке и закалке. Поэтому в зависимости от технологического процесса изготовления изделий собственные напряжения называют соответственно сварочными, литейными, термическими.

Напряжения, возникающие в местах нагреваемого участка изделия, подверженных пластическим деформациям, вызывают образование напряжений в соседних участках изделия, причем эти напряжения имеют противоположное направление. Растягивающие и сжимающие остаточные напряжения равны между собой и взаимно уравниваются внутри изделия.

В зависимости от размеров участка, в пределах которого имеются и -взаимно уравниваются собственные напряжения, различают три рода напряжений:

- 1) напряжения первого рода, которые существуют и взаимно уравниваются в сравнительно больших объемах металла;
- 2) напряжения второго рода, которые существуют и уравниваются в пределах зерен металла;
- 3) напряжения третьего рода, которые существуют и уравниваются в пределах кристаллической решетки металла.

При сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей в сварных соединениях возникают напряжения первого рода. Напряжения второго

и третьего рода могут возникать при сварке некоторых легированных и высоколегированных сталей.

В сварочной практике преимущественно встречаются собственные напряжения первого рода. Эти напряжения вызывают деформации (коробления) сварных соединений. Если в сварных швах имеются дефекты (поры, непровары и др.), значительные остаточные напряжения, особенно объемные, могут вызвать преждевременное разрушение сварной конструкции в процессе ее эксплуатации. Возникающие при сварке деформации разделяют на временные, существующие только во времени сварки конструкции, и остаточные, остающиеся после завершения сварки и остывания конструкции. Важное значение для практики имеют остаточные сварочные деформации. В зависимости от характера и формы, размеров свариваемых деталей различают деформацию в плоскости и деформацию из плоскости соединяемых элементов. Величина и характер остаточных деформаций в значительной степени определяют толщиной и свойствами основного металла, режимом сварки, последовательностью наложения швов, конструктивными формами свариваемых деталей и формой шва. Существенное влияние на величину деформации оказывает значение коэффициента линейного расширения металла. При повышении коэффициента линейного расширения величина остаточных деформаций увеличивается. Изменение размеров и формы сварной конструкции в некоторых случаях снижает ее работоспособность и портит ее внешний вид. Если остаточные деформации достигают заметной величины то они могут привести к неисправимому браку. При разработке, технологии сборки и сварки конструкции из данной стали следует учитывать необходимость снижения остаточных деформаций до величины, при которой они не отражаются на работоспособности и внешнем виде конструкции и не затрудняют сварку отдельных элементов. Для полного снятия напряжений сварное соединение подвергают термообработке. С этой целью при сварке углеродистых конструкционных сталей проводят общий высокий отпуск конструкций (нагрев до $630 \div 650^{\circ} \text{C}$ с выдержкой при этой температуре в течение 2-3 мин на 1 мм

толщины металла). Охлаждение должно быть медленным для того, чтобы при его прохождении снова не возникли напряжения. Режим охлаждения в основном зависят от химического состава стали. Чем больше содержание элементов, способствующих закалке, тем меньше должна быть скорость охлаждения. Во многих случаях деталь охлаждают до температуры 300°C с печью, а затем на спокойном воздухе. Термопластический метод снятия напряжений. Метод основан на создании пластических деформаций в зоне шва, что осуществляется путем нагрева смежных со швом участков основного металла. При этом достигается тот же эффект, что и при растяжении внешними силами. Снятие напряжений достигается только при тщательной регулировке источника нагрева и определенной скорости перемещения его вдоль шва. Сварочные напряжения могут быть сняты почти полностью, если в шве и около шовной зоне создать дополнительные пластические деформации. Это достигается проковкой швов. Проковку производят в процессе остывания металла при температурах 450°C и выше либо от 150°C и ниже. В интервале температур $400-200^{\circ}\text{C}$ в связи с пониженной пластичностью металла при ее проковке возможно образование надрывов. Удары наносят вручную молотком массой $0,6-1,2$ кг с закругленным бойком или пневматическим молотком с небольшим усилием. При многослойной сварке проковывают каждый слой, за исключением первого, в котором от ударов могут образоваться трещины. Этот прием применяют для снятия напряжений при заварке трещин и замыкающих швов в жестких конструкциях. Проковка сварного соединения также способствует повышению усталостной прочности конструкции. Устранение деформации путем термической правки. При термической правке нагрев производят газокислородным пламенем либо электрической дугой неплавящимся электродом. Температура нагрева деформированного участка при термической правке составляет $750-850^{\circ}\text{C}$. Нагретый участок стремится расшириться, однако окружающий его холодный металл ограничивает возможность расширения, в результате чего возникают пластические деформации сжатия. После охлаждения линейные размеры нагретого

участка уменьшаются, что приводит к уменьшению или полному устранению деформаций.

4.1 Технический контроль качества и исправление брака

Визуально-измерительному контролю подвергаются все сварные соединения. Перед визуальным контролем сварные швы и прилегающая к ним поверхность основного металла шириной не менее 20мм (по обе стороны шва) должны быть очищены от брызг, окалины и других загрязнений.

Для участков требующих уточнения характеристик обнаруженных дефектов применяются лупы четырех-семи кратного увеличения

Визуальный контроль проводится с целью выявления недопустимых дефектов, таких как непровары; трещины всех видов и направлений; смещение кромок; кратера; прожоги; скопления и включения пор.

Измерительный контроль сварных соединений (определение отклонений геометрических размеров швов, чешуйчатость поверхности швов) следует выполнять в местах, где допустимость этих показателей вызывает сомнения при визуальном контроле. Размеры и форма шва проверяются с помощью шаблонов, а размеры дефекта с помощью мерительных инструментов .

Контроль проводится сварщиком после зачистки поверхности. Результаты контроля считаются удовлетворительными, если не обнаружены недопустимые внутренние и наружные дефекты, а также дефекты, свидетельствующие о нарушении режима сварки или о недоброкачественности сварочных материалов. При обнаружении недопустимых дефектов руководитель сварочных работ должен решать вопрос о продолжении сварки или способе исправления дефектов.

После проведения визуального и измерительного контроля и отсутствия видимых дефектов, требуется проведение цветной дефектоскопии сварных соединений.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

5.1 Предпроектный анализ.

Целью экономической части диплома является анализ процесса с экономической точки зрения.

В данном разделе производится учет всех технико-экономических факторов на каждой стадии проекта, оценивается эффективность разработки, анализируются возможные способы исполнения процесса сварки, а также рассчитывается эффективность.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Помимо автоматической сварки под флюсом для производства сварных соединений из стали 20Х13 разрешается применять ручную сварку покрытыми электродами и механизированную сварку в среде защитных газов проволокой сплошного сечения.

С помощью анализа конкурентных технических решений, проведем оценку сравнительной эффективности научной разработки и определим направление для ее реализации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Оценочная карта представлена в таблице 7

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Спрос проекта	0,1	5	4	1	0,5	0,4	0,1
2. Удобство в применении	0,2	5	4	2	1	0,8	0,4
3. Возможности проекта	0,15	5	4	2	0,75	0,6	0,3
4. Универсальность	0,1	2	4	5	0,2	0,4	0,5
5. Эффективность применения	0,1	5	3	2	0,5	0,3	0,2

Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность	0,1	5	4	2	0,5	0,4	0,2
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
3. Цена	0,1	1	3	5	0,1	0,3	0,5
4. Квалифицированные кадры	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
Итого	1	36	34	26	4,2	3,8	2,7

Примечание:

$B_{ф}$ – оценка профессиональных рисков при проведении работ;

$B_{к1}$ – прогнозная оценка профессиональных рисков;

Исходя из полученных данных, можно судить, что технология автоматической сварки под флюсом для производства теплообменников аммиачных эффективнее, чем ручная дуговая сварка покрытыми электродами или механизированная сварка в среде защитных газов проволокой сплошного сечения.

5.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выявить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения).

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (2)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации.

Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно–технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно–технического задела	5	5
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
4.	Определена товарная форма научно–технического задела для представления на рынок	5	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	4
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	5	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	3
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на за-	2	2

	рубежный рынок		
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	4	4
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	5
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	5
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
ИТОГО БАЛЛОВ		61	56

Таким образом, разработка считается перспективной, а знания разработчика выше среднего. Возможно привлечение в работу эксперта по проведению процедуры оценки уровня профессиональных компетенций сотрудников, осуществляющих контрольно-надзорные мероприятия.

5.3.1 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта [54].

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать [54].

Устав научного проекта бакалаврской работы имеет структуру, представленную ниже [54].

Цели и результат проекта. Информацию по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 4.

Таблица 4 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Компании по производству продукции из нержавеющей стали	Получение комплекта технологической документации по изготовлению сварных соединений из стали 20x13

В таблице 5 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 5 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	Разработка технологии производства сварных соединений из стали 20x13
Ожидаемые результаты проекта:	Подбор режимов и оборудования для сварки, комплект технологической документации для производства сварных соединений из стали 20x13
Требования к результату проекта:	Требование:
	Выполнение поставленных задач
	Научное объяснение результатов экспериментов
	Заключение о результатах исследования

Организационная структура проекта. Информация об участниках проекта представлена в табличной форме (таблица 6).

Таблица 6 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции
1	Киселев А.С	Руководитель	Отвечает за реализацию, координирует деятельность участников проекта
2	Петухов А.В., бакалавр кафедры ОТСП	Исполнитель	Выполнение теоретической части

Ограничения и допущения проекта. Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованными в рамках данного проекта.

Таблица 7 - Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	
3.1.1. Источник финансирования	—
3.2. Сроки проекта:	
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	—
3.2.2. Дата завершения проекта	10.05.2017 г.

В данном разделе были определены основные цели и ожидаемые результаты от разработок, обозначены сроки завершения проекта и назначены главные участники.

5.4 Планирование управления проектом

5.4.1 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить линейный график выполнения проекта. Линейный график представляется в виде таблицы (таблица 8).

Таблица 8 - Распределение этапов работы

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент

вания	4	Выбор направление разработки	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучение установки	
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	10	Выводы по цели	Научный руководитель, студент

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

5.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Работа над ВКР проводилась с 19 декабря 2018 года по 10 июня 2019 года. В итоге, при пятидневной рабочей неделе с учетом выходных и праздничных дней получается 116 рабочих дней.

Трудоемкость работ определяется по сумме трудоемкости этапов работ, оцениваемых экспериментальным путем в человеко-днях. Она носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Поэтому для определения ожидаемой продолжительности работ $t_{ож}$ ис-

пользуется метод вероятностных оценок длительности работ. Он основан на использовании трех оценок

$$t_{ож} = \frac{t_{\min} + 4t_{нв} + t_{\max}}{6}, \quad (10)$$

где t_{\min} – кратчайшая продолжительность заданной работы (оптимистическая оценка),

t_{\max} – самая большая продолжительность работы (пессимистическая оценка),

$t_{нв}$ – наиболее вероятная продолжительность работы.

Для оценки трудоемкости необходимо разработать перечень работ.

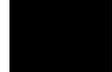
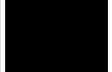
Выбор комплекса работ при разработке проекта производится в соответствии с ГОСТ 19.102-77 устанавливающего стадии разработки. Перечень комплекса работ приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Временные показатели проведения научного исследования

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Трудоемкость работ				Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
			t_{\min}	$t_{\text{нв}}$	t_{\max}	$t_{\text{ож}}$		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	1	3	5	3	3	7
2	Выдача задания на тему	Руководитель	1	3	5	3	3	7
3	Постановка задачи	Руководитель	1	3	5	3	3	7
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель Студент	2	5	7	4,8	5	10
5	Поиск и изучение материалов по теме	Студент	7	14	20	13,8	14	20
6	Анализ существующего опыта	Студент	4	5	8	5,3	6	8
7	Подбор нормативных документов	Студент	4	5	8	5,3	6	8
8	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель Студент	4	10	16	10	10	17
9	Разработка технологической документации	Студент	4	7	10	7	7	10
10	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	4	6	8	6	6	10
12	Работа над выводом	Студент	1	2	4	2,2	3	6
13	Составление пояснительной записки	Студент	1	2	4	2,2	3	6
Руководитель								48
Студент								95

Таким образом, общая длительность работ в календарных днях (руководителя – 21 дн., инженера – 87 дн., совместной работы – 27 дн.) равна 116 дн. На основании таблицы 16 строим календарный план-график, который отражает длительность исполнения работ в рамках проектной деятельности (таблица 17).

Таблица 17 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	7							
2	Выдача задания на тему	Руководитель	7							
3	Постановка задачи	Руководитель	7							
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель Студент	10		 					
5	Поиск и изучение материалов по теме	Студент	20							
6	Анализ существующего опыта	Студент	8							
7	Подбор нормативных документов	Студент	8							
8	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель Студент	17					 		
9	Разработка технологической документации	Студент	10							
10	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	10							
12	Работа над выводом	Студент	6							
13	Составление пояснительной записки	Студент	6							
						—студент; —руководитель.				

5.5 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Определение затрат производится путем составления сметы затрат на разработку технологического процесса. Смета затрат состоит из прямых и накладных расходов, которые включают в себя следующие статьи:

статья 1 – материальные затраты НТИ;

статья 2 – затраты на специальное оборудование для научных работ;

статья 3 - основная заработная плата исполнителей темы;

статья 4 – дополнительная заработная плата исполнителей темы;

статья 5 – отчисления во внебюджетные фонды;

статья 6 - накладные расходы.

6.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Перечень стоимости сварочного оборудования и материалов необходимых для данной разработки приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Основные материалы

Наименование	Ед. изм	Кол-во	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, руб.
Универсальная горелка	шт	1	3020	3020
Газовый баллон	шт	1	8000	8000
Редуктор	шт	1	1500	1500
Газовые шланги	шт	1	1000	1000
Кабель соединительный 10 м	шт	1	2700	2700
Зажим на деталь с кабелем 5 м	шт	1	300	300
Кулер	шт	1	450	450
Сварочная проволока	кг	5	200	2000
Пластины из стали 20X13	кг	4	500	5000
Итого				19470

Из затрат на материальные ресурсы, включаемых в себестоимость продукции, исключается стоимость возвратных отходов.

5.5.1 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В данном разделе рассмотрены затраты на приобретение специального оборудования (сварочного и компьютерного). Стоимость оборудования указана в таблице 17.

Таблица 17 – Стоимость специального оборудования

Наименование	Кол-во	Цена ед., руб.	Сумма, руб.
Сварочный полуавтомат ПДГ -351	1	23700	23700
Затраты на доставку и монтаж	1	3555	3555
Итого			27255

Затраты на доставку и монтаж составляют 15% от общей цены оборудования.

$$C_{\text{д.м.}} = 0.15 * C_{\text{общ}} = 0.15 * 23700 = 3555 \quad (16)$$

где $C_{\text{д.м.}}$ – затраты на доставку и монтаж, руб,

$C_{\text{общ}}$ – затраты на оборудование, руб.

В данном разделе были определены общая стоимость специального оборудования для выполнения проекта, она составила 23700 руб., плюс затраты на доставку и монтаж 3555 руб., общие затраты в этом случае равны 27255руб.

Амортизационные отчисления определим по формуле:

$$C_A = \sum_{i=1}^n \frac{C_B \cdot H_A \cdot g \cdot t}{\Phi_{\text{эф}}}, \quad (17)$$

где n – количество видов единиц оборудования,

C_B – балансовая стоимость i -го вида оборудования,

H_A – норма годовых амортизационных отчислений для оборудования,

g – количество единиц i -го вида оборудования,

t – время работы i -го вида оборудования, час,

$\Phi_{\text{эф}}$ – эффективный фонд времени работы оборудования, час.

Эффективный фонд времени работы оборудования определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{эф}} = D \cdot H_3, \quad (18)$$

где D – количество рабочих дней в году,

H_3 – норматив среднесуточной загрузки.

$$\Phi_{\text{эф}} = 246 \cdot 8 = 1968 \text{ час.}$$

В нашем случае при разработке использовалось две единицы оборудования – сварочный источник питания и сварочная головка. Балансовая стоимость сварочного источника питания - $C_{\text{Б1}} = 23700$ руб, сварочной головки - $C_{\text{Б2}} = 3000$ руб,. Количество сварочных источников питания $g_1 = 1$, сварочных головок $g_2 = 1$. Время работы за сварочным оборудованием $t = 8$ часов. Норма годовых амортизационных отчислений для сварочного аппарата $H_A = 20\%$.

Тогда амортизационные отчисления на разработку проекта составят:

$$C_a = 23700 \cdot 0.2 \cdot 1.8 / 1968 = 4.33 \text{ руб.}$$

5.5.2 Расчет фонда заработной платы

Заработная плата определяется в соответствии с количеством отработанного времени по теме и установленным штатно-должностным окладом [54]. Для техника (дипломника) месячный оклад составляет $Z_{\text{от}} = 6595$ руб/мес, для руководителя (ассистента с ПКГ ППС 1) - $Z_{\text{от}} = 33162$ руб/мес.

Заработная плата рассчитывается по формуле 1 [54]:

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (1)$$

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

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

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле 2 [54]:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (2)$$

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

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

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

Среднедневную заработную плату можно рассчитать по формуле 3, [54]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}}}{T}, \quad (3)$$

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

T – количество рабочих дней в месяце. Принимаем 6- дневную рабочую систему, значит $T=26$ дней.

Месячный должностной оклад работника [54]:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (4)$$

где $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Теперь рассчитываем месячную заработную плату работников проекта:

$$Z_{\text{мт}} = 6595 \cdot 1,3 = 8573,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{мп}} = 33162 \cdot 1,3 = 43110,6 \text{ руб.}$$

Определяем среднедневную заработную плату:

$$Z_{\text{дн.т}} = \frac{8573,5}{26} = 329,75 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн.п}} = \frac{43110,6}{26} = 1658,1 \text{ руб.}$$

Основную заработную плату определим с допущением, что на данный проект его работники затратили 116 полных рабочих дней (8 часов в день):

$$Z_{\text{осн.т}} = 329,75 \cdot 116 = 38251 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн.п}} = 1658,1 \cdot 116 = 100224 \text{ руб.}$$

Результаты расчета фонда заработной платы представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Фонд заработной платы

Исполнитель	Число исполнителей	Трудоёмкость выполнения работы Тисп, д	Зарботная плата по тарифной ставке руб./мес.	Среднедневная заработная плата, руб	Основная заработная плата исполнителя ЗПосн, руб.	Месячный должностной оклад, руб
Дипломник (техник)	1	116	6595	329,75	38251	8573,5
Руководитель (доцент)	1	116	33162	1658,1	192339,6	43110,6
Итого:	2	232			230590,6	

В данном разделе были определены затраты на фонд заработной платы, который равен 230590,6 рублей.

5.5.3 Расчет дополнительной заработной платы

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15 % от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы [54]:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} , \quad (5)$$

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

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

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

Принимаем коэффициент дополнительно зарплаты равным 0,1 и получаем:

$$Z_{\text{доп.г}} = 0,1 \cdot 38251 = 3825 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп.п}} = 0,1 \cdot 230590,6 = 23059,06$$

В данном разделе был сделан расчет дополнительной заработной платы.

Итоговая сумма дополнительной заработной платы участников проекта равна 26884,06 рублей.

5.5.4 Расчет отчислений во внебюджетные фонды

Также необходимо рассчитать отчисления во внебюджетные фонды (социальные нужды) по формуле 6 [54]:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (6)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). Принимаем $k_{\text{внеб}}=0.302$.

Отчисления с основной заработной платы:

$$C_{\text{внеб.т}} = 0,302 \cdot 230590,6 = 69638,3 \text{ руб.}$$

Отчисления с основной дополнительной заработной платы:

$$C_{\text{внеб.п}} = 0,302 \cdot 26884,06 = 8118,9 \text{ руб.}$$

В данном разделе был сделан расчет отчислений во внебюджетные фонды.

Итоговая сумма отчислений равна 77757,2 рублей.

6.4.6 Расчет накладных расходов

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot \left(\frac{C_{\text{mat}}}{7} \right), \quad (7)$$

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

Накладные расходы составляют 16 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле 7 [54]:

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов. Принимаем $k_{\text{накл}}=0.16$.

$$C_{\text{накл.т}} = 0,16 \cdot (19470 + 4,33 + 230590,6 + 26884,06 + 77757,2) / 7 = 8107,5 \text{ руб.}$$

В данном разделе был сделан расчет накладных расходов.

5.5.5 Формирование бюджета затрат НИИ

Расчет сметы затрат на разработку приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Смета затрат на разработку технологического процесса

Статья затрат	Сумма затрат, руб.
Материальные затраты НИИ	19470
Амортизационные отчисления	4,33
Основная заработная плата	230590,6
Дополнительная заработная плата	26884,06
Отчисления во внебюджетные фонды	77757,2
Накладные расходы	8107,5
Итого	362813,69

В данном разделе были определены основные источники расходов для реализации данного проекта. Всего потребуется 362813,69 рублей.

5.6 Определение ресурсной финансовой и бюджетной 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. В нашем исследовании мы можем рассчитать интегральный показатель ресурсоэффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом [54]:

$$I_m = \sum_{i=1}^n a_i b_i, \quad (20)$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, которая приведена ниже. В текущем исследовании применялась автоматическая сварка под флюсом.

В качестве аналогов рассмотрим ручную дуговую сварку покрытыми электродами (аналог 1) и механизированную сварку в среде защитных газов проволокой сплошного сечения (аналог 2).

Таблица 11 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Сложность постановки эксперимента	0.3	3	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0.2	5	2	3
3. Энергосбережение	0.15	5	1	3
4. Безопасность	0.15	5	2	4
5. Стоимость эксперимента	0.2	2	5	3
Итого	1			

По формуле 20 и данным таблицы 11 рассчитаем интегральный показатель ресурсоэффективности.

$$I_m^p = 0.3 \cdot 3 + 0.2 \cdot 5 + 0.15 \cdot 5 + 0.15 \cdot 5 + 0.2 \cdot 2 = 3,8;$$

$$I_m^{a1} = 0.3 \cdot 5 + 0.2 \cdot 2 + 0.15 \cdot 1 + 0.15 \cdot 2 + 0.2 \cdot 5 = 3,35;$$

$$I_m^{a2} = 0.3 \cdot 4 + 0.2 \cdot 3 + 0.15 \cdot 3 + 0.15 \cdot 4 + 0.2 \cdot 3 = 3,45.$$

Из расчётов наглядно видна ресурсоэффективность технологического процесса автоматической сварки под флюсом, по сравнению с другими способами сварки.

Выводы: Из расчётов наглядно видна ресурсоэффективность технологического процесса автоматической сварки под флюсом, по сравнению с другими способами сварки.

**ОЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Петухов Антон Вячеславович

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы (НОЦ)	ОТСП
Уровень образования	Бакалавр	Направление	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования.	Объектом исследования является выбор способа дуговой сварки пластин из стали 20Х13
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность	<p>Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте</p> <p>Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов</p> <ul style="list-style-type: none"> – Производственный шум; – Ультрафиолетовое излучение(УФИ); – Защита от поражения электрическим током – Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; – Ожоги при сварочных работах;
3. Экологическая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на литосферу – решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. – Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Петухов Антон Вячеславович		

6. Социальная ответственность

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проходы между многопостовыми сварочными агрегатами и между установками автоматической сварки должны быть не менее 1,5 м; проходы между однопостовыми сварочными трансформаторами или между сварочными генераторами, а также проходы с каждой стороны стеллажа или стола для выполнения ручных сварочных работ - не менее 1 м. Расстояние между стационарным сварочным агрегатом и стеной или колонной должно составлять не менее 0,5 м, а расстояние между стеной или колонной и сварочным автоматом - не менее 1 м. Проходы между машинами точечной и шовной (роликовой) сварки с расположением рабочих мест напротив друг друга должны быть не менее 2 м, а между машинами стыковой сварки — не менее 3 м. При расположении перечисленных выше машин тыльными сторонами друг к другу ширина проходов должна быть не менее 1 м, а при расположении передними и тыльными сторонами друг к другу - не менее 1,5 м. На каждое стационарное рабочее место при плазменной и газоплазменной обработке металлов должно отводиться $> 4\text{ м}^2$, а при работе в кабине $> 3\text{ м}^2$.

Зоны с опасными производственными факторами должны быть ограждены, знаки безопасности выдержаны по ГОСТ 12.4.026-76*

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

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ работник Геотек-ВГК имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за ис-

ключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;

- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

6.2 Производственная безопасность

6.2.1 Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте

Сварочный пост находится на территории ГЕОТЕК-ВГК в ремонтном цехе, поэтому освещение осуществляется тремя окнами, расположенными в стене здания, а также шестью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на сварочном посту площадью $S = 30 \text{ м}^2$.

При работе сваркой используется, резка, химическая обработка шлифов. Вредные и опасные факторы которые могут возникнуть на этом этапе:

6.2.2 разработка мероприятий по снижению вредных и опасных факторов

Допускается эквивалентный уровень шума на рабочих местах от 80 до 85 дБА при условии подтверждения приемлемого риска здоровью работающих по результатам проведения оценки профессионального риска здоровью работающих, а также выполнения комплекса мероприятий, направленных на минимизацию рисков здоровью работающих.

При работе в слесарно-сварочном цехе средствами индивидуальной защиты от шума являются ушные вкладыши и наушники. Эффективность индивидуальных средств защиты зависит от используемых материалов, конструкции, силы прижатия, правильности ношения. Ушные вкладыши вставляют в слуховой канал уха. Их изготавливают из легкого каучука, эластичных пластмасс, резины, эбонита и

ультратонкого волокна. Они позволяют снизить уровень звукового давления на 10...15 дБ. В условиях повышенного шума рекомендуется применять наушники, которые обеспечивают более надежную защиту органов слуха

В сварочных цехах на стационарных рабочих постах, а также, где это возможно, на нестационарных постах следует устанавливать местные отсосы.

В металлических шкафах для хранения баллонов со сжиженным газом должна быть предусмотрена естественная вентиляция через верхние и нижние части помещений или шкафов

Для защиты от излучения используются сварочные маски и щитки конструкция масок должна соответствовать ГОСТ 12.4.035-78 и ТУ 3441-003-07515055-97. Система стандартов безопасности труда. Щитки защитные лицевые для электросварщиков. Правила обращения с баллонами для сжатых и сжиженных газов

Аргон не имеет цвета и запаха. Не оказывает опасного воздействия на окружающую среду. Газообразный аргон тяжелее воздуха и может накапливаться в слабо проветриваемых помещениях у пола. При этом снижается содержание кислорода в воздухе, что вызывает кислородную недостаточность и удушье.

Не следует допускать падения баллонов, а также ударов их друг о друга и различными предметами.

6.2.3 Производственный шум

Нормативным документом «Об утверждении СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» ограничение доступа в рабочие зоны с уровнем шума более 80 дБА [18]

Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к патологическому состоянию организма, к его утомлению.

Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление.

При работе в сварочном цехе средствами индивидуальной защиты от шума являются ушные вкладыши и наушники. Эффективность индивидуальных средств

защиты зависит от используемых материалов, конструкции, силы прижатия, правильности ношения. Ушные вкладыши вставляют в слуховой канал уха. Их изготавливают из легкого каучука, эластичных пластмасс, резины, эбонита и ультратонкого волокна. Они позволяют снизить уровень звукового давления на 10...15 дБ. В условиях повышенного шума рекомендуется применять наушники, которые обеспечивают надежную защиту органов слуха. Так, наушники ВЦНИОТ снижают уровень звукового давления на 7...38 дБ в диапазоне частот 125...8000 Гц.

Вывод: соответствует СОУТ-2015

6.2.4 Ультрафиолетовое излучение (УФИ)

Горение сварочной дуги сопровождается излучением ослепительно ярких световых лучей и невидимых глазом УФ и ИК лучей. Спектр излучения включает участок ИК волн (3430-760 нм), видимый участок (760-400 нм) и УФ участок (400-180 нм). «Об утверждении СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [18]

Видимые световые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологически переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи обладают главным образом тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги. При современных способах сварки тепловая радиация на рабочем месте может составлять 0,5-6 кал/см²*мин. Источниками тепловой радиация являются дуга и в меньшей степени нагретый металл.

Для защиты от излучения используются сварочные маски и щитки конструкция масок должна соответствовать ГОСТ 12.4.035-78 и ТУ 3441-003-07515055-97. Система стандартов безопасности труда. Щитки защитные лицевые для электросварщиков. Светофильтры для помещений принимаются марки С4.

Вывод: соответствует СОУТ -2015

6.2.5 Защита от поражения электрическим током

Сварочный участок относится к 2классу электробезопасности
Условия безопасной работы сварщика изложены в ГОСТ 12.3.003-75

В процессе эксплуатации электросварочных установок требуется применение специальных средств защиты, которые делятся на изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

Изолирующие средства защиты делятся на основные и дополнительные.

Основные изолирующие средства способны длительное время выдерживать рабочее напряжение электроустановки, поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением. К таким средствам относятся: диэлектрические резиновые перчатки, инструмент с изолированными рукоятками и токоискателями.

Дополнительные изолирующие средства обладают недостаточной электрической прочностью и поэтому не могут самостоятельно защитить человека от напряжения током. К таким средствам относятся: резиновая обувь, коврики и изолирующие подставки.

Резиновую обувь и коврики как дополнительные средства защиты применяют при операциях, выполняемых с помощью основных защитных средств.

Ограждающие средства защиты предназначены: для временного ограждения токоведущих частей (временные переносные ограждения-щиты, ограждения-клетки, изолирующие накладки, изолирующие колпаки); для предупреждения ошибочных операций (предупредительные плакаты); для временного заземления отключенных токоведущих частей с целью устранения опасности поражения работающих током при случайном появлении напряжения (временные защитные заземления).

Вспомогательные средства защиты предназначены для индивидуальной защиты работающего от световых, тепловых и механических воздействий (защитные очки, специальные рукавицы и т. п.).

Защитное заземление, зануление и отключение электросварочных установок и постов. Защитное заземление — преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетокковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

6.2.6 Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

В процессе проведения сварочных работ выделяются разнообразные примеси, основными из которых являются твердые частицы и газы. Основными компонентами пыли при сварке оказываются окислы железа, марганца, хрома, кремния, фтористые и другие соединения. Наиболее вредными веществами, которые входят в состав покрытия и металла проволоки является хром, марганец и фтористые соединения. Воздух в рабочей зоне сварщика также загрязняется вредными газами окиси углерода.

Удаление вредных газов и пыли из зоны сварки, а также подача чистого воздуха осуществляется вентиляцией. Значения ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 31 согласно ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.»

Таблица 31 - Предельно допустимые концентрации вредных веществ, которые выделяются в воздухе при сварке металлов

Название	Вещество ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³
Твердая составляющая сварочного аэрозоля	
Марганец (при его содержании в сварочном аэрозоле до 20%)	0,2
Железа оксид	6,0
Кремний диоксид	1,0
Хром (III) оксид	1,0
Хром (VI) оксид	0,01
Газовая составляющая сварочного аэрозоля	
Азот диоксид	2,0
Марганец оксид	0,3
Озон	0,1
Углерода оксид	20,0
Фтористый водород	0,5/1,0

Очистка воздуха от пыли (аэрозолей) осуществляется с помощью специального оборудования различных конструкций в зависимости от размеров частиц пыли: грубая очистка (10 ... 50 мкм), среднее (более 1 мкм) и тонкие (менее 1 мкм). Для этого применяются циклоны и пылесадительные камеры, принцип действия которых основан на использовании сил тяжести и инерции; волокнистые (тканевые) и рукавные, изготовлены из натуральных материалов (хлопок, лен, шерсть) и синтетических (полиамидные, полипропиленовые и другие волокна); ротационные пылеобразователи (в виде радиальных вентиляторов); электрофильтры, улавливающие аэрозоли за счет подзарядки их частиц в электрическом поле и дальнейшем осаждения.

Для улавливания сварочных аэрозолей в системах вентиляции и фильтровентиляционных агрегатах применяются электростатические, тканевые, бумажные и комбинированные фильтры.

Вывод: условия труда соответствуют

6.2.7 Ожоги при сварочных работах

Образующиеся при дуговой сварке расплавленный металл имеет температуру до 1800 градусов Цельсия, в случае попадания на кожу искр, шлака и брызг раскаленного металла возможны тяжелые ожоги.

Для предотвращения ожогов при сварке, попадания искр и капель расплавленного металла, необходимо применять спец одежду: специальный костюм сварщика или брезентовый костюм, имеющий соответствующую маркировку «Тр»; рукавицы брезентовые или кожаные типа «Е» с защитными свойствами «Тр»; кожаные ботинки с маркировкой «Тр»; защитные очки, маски; предохранительный пояс.

Излучение электрической дуги вызывает ослепление глаз и может привести к ожогу сетчатки глаз, т.е. их воспалению. Однако излучение может также привести к ожогам кожи и явлениям, схожим с солнечным ожогом. Учитывая это, сварщик обязан защитить себя соответствующей защитной одеждой и щитком с соответствующими защитными фильтрами по стандартам EN 166 и EN 169. В качестве защитного фильтра следует использовать фильтры ступеней от 9 (для тон-

ких электродов и низкой силы тока) до 14 (для толстых электродов и высокой силы тока).

6.3 Экологическая безопасность

6.3.1 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Сварка является одним из основных технологических процессов в машиностроении. Воздушная среда производственных помещений загрязняется сварочным дымом, в состав которого в основном входят аэрозоли металлов и их окислов (железа, марганца, хрома, вольфрама, алюминия, титана, цинка, меди, никеля и др.), газообразных фтористых соединений и многих других элементов. Кроме аэрозолей в состав дыма могут входить вредные газы: окиси углерода, азота и озона.

Попадая в атмосферу населенных пунктов, эти загрязнители способны вызвать кислотные дожди, повысить заболеваемость населения болезнями дыхательных путей, вызвать аллергизацию населения, нарушить работу важнейших органов и систем органов в организме человека.

Таким образом, чрезвычайно актуальным в настоящее время является снизить уровень негативного влияния машиностроительного комплекса на население близлежащих населенных пунктов. Это может быть осуществлено посредством внедрения очистных установок (фильтры, вытяжные установки на рабочих местах, более мощная система вентиляции), внедрение «зеленых» технологий производства (нетоксичное сырье, возможность вторичного использования отходов), ужесточения мониторинговых программ (установка автоматизированных постов наблюдения). Внедряя такие технологии, возможно не только снизить негативное влияние на окружающую среду и организм человека, но и приносить экономическую выгоду от снижения затрат на загрязнение природной среды.

6.3.2 Мероприятия по защите окружающей среды

Хранение люминесцентных ламп должно осуществляться в помещении, которое отдельно расположено от мастерских и лабораторий корпуса. Оно должно соответствовать требованиям правил хранения токсичных отходов и санитар-

ных норм. В нем должна быть налажена система вентиляции.

Полы в помещении должны быть изготовлены из водонепроницаемого материала, который препятствует попаданию вредного металла в окружающую среду. На случай аварийной ситуации в помещении для хранения ламп дневного света должно быть не менее 10 литров воды и запас марганцевого калия.

Отработанные люминесцентные светильники должны быть помещены в плотную тару. В роли ее могут выступать картонные коробки, коробки из ДСП, фанеры, бумажные или полиэтиленовые мешки. В одной картонной коробке должно быть не более 30 единиц продукции. Емкости должны быть расставлены на стеллажах, чтобы обезопасить их от любого механического воздействия. На каждой из них должна быть надпись «Отход 1 кл. опасности. Отработанные люминесцентные лампы».

На сварочных участках существуют контейнеры. В них сваливают весь мусор, что накапливается за весь рабочий день. Существуют 2 вида контейнеров: для обычных отходов, и для металлических отходов. По мере заполнения контейнеров, их вынимают при помощи автопогрузчика и вывозят обычные отходы на свалку, металлические отходы на дальнейшую переработку.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие виды ЧС:

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

6.4.1 Пожаровзрывоопасность

В ходе работ по разработке технологии свариваемости материалов, в результате пренебрежения правилами пожарной безопасности может произойти возгорание строительных материалов, ветоши и других материалов. Для успешного проведения противопожарной профилактики важно знать основные причины пожаров. На основе статистических данных можно сделать вывод, что основными причинами пожаров являются:

- неосторожное обращение с огнем;
- неудовлетворительное состояние электротехнических устройств и нарушения, правил их монтажа и эксплуатации;
- нарушение режимов технологических процессов;
- неисправность отопительных приборов столько нарушение правил их;
- невыполнение требований нормативных документов по вопросам пожарной безопасности.

6.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Согласно НПБ 105-03 сварочный цех относится к категории «Г» - умеренная пожароопасность.

Сварочный цех, рассматриваемый в данной работе, относится к категории «Г»- умеренная пожароопасность.

Таблица 1 – Категория помещения по уровню пожаровзрывоопасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
Г умеренная пожароопасность.	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива

При возникновении пожароопасной ситуации или пожара персонал должен немедленно принять необходимые меры для его ликвидации, одновременно оповестить о пожаре администрацию. Помещения с электрооборудованием должны быть оснащены огнетушителями типа ОУ-2 или ОУБ-3. На стене рядом с местом расположения огнетушителя должна находиться таблица с номерами телефонов экстренного вызова местной и городской пожарной команды.

В качестве дополнительных мер по предотвращению пожаров предлагается использовать автоматизированные системы оповещения и пожаротушения

Список используемой литературы

- 1.Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: Учебник для студентов вузов.-М.: Машиностроение, - 1977-432с.
- 2.Сварка в машиностроении: справочник в 4-х т. Ред. Кол.: Г.А. Николаев и др.- М.: Машиностроение, 1978-Т2/ Под ред. Н.А. Ольшанского - 1978-504 с.
- 3.Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: в 3-х т. Т 3-5-е изд.; перераб. И доп.- М.: Машиностроение, - 1978-557с.
- 4.Справочник по сварке. Под. ред. Е.В. Соколова и др.-М.: Машиностроение, - 1961-664с.
- 5.Дедюх Р.И. Теория сварочных процессов: пособие для студентов специальности 120500 дневной и заочной формы обучения. – Томск: изд. ТПУ, 2002. - 20с.
- 6.Электроды для ручной дуговой сварки, наплавки и резки: «АО Спец Электрод». Общая редакция – д.э.н. Кусков Ю.В.
7. Марочник сталей и сплавов/ М.М.Колосков, Е.Т.Долбенко, Ю.В.Каширский и др.; Под общей ред. А.С.Зубченко – М.: Машиностроение, 2001.- 672 с.
- 8.Ульянин Е. А. Коррозионные стали и сплавы, 1991.
- 9.Гуляев А. П. Металловедение, 1986.
- 10.15_06708054c1aef23f56fbfd7713170d52
- 11.Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ, Томск 2019
- 12.ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015
- 13.СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях, 2003
- 14.СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение, 2011
- 15.СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996

- 16.СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996
- 17.ГОСТ 30494-2011, Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, 2011
- 18.ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования, 1984
- 19.Системы противопожарной защиты. УСТАНОВКИ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И ПОЖАРОТУШЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИЕ, 2009
- 20.НПБ 105-03, Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, 2003
- 21.Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018)
- 22.Видяев И.Г. Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. -36с.