

Реферат

Выпускная квалификационная работа 84 с., 6 рис., 38 табл., 43 источников, 10 листов демонстрационного материала (слайдов).

Ключевые слова: контрольно-сварные соединения, практический экзамен у сварщиков, приспособление для сварки КСС, катушка трубы.

Цель работы – разработка универсального приспособления для сборки и сварки КСС труб диаметром 273...530 мм. для проведения практического экзамена при аттестации сварщиков.

Данная конструкция приспособления позволит выполнять работы при проведении практического экзамена у сварщиков в различных пространственных положениях (горизонтальное, вертикальное, под углом 45°).

Проведен технико–экономический анализ процесса внедрения приспособления в ООО «ГАЦ ЗСР НАКС» для сварки больших диаметров катушек трубопровода. Дано обоснование эффективности предлагаемого приспособления и малый срок его окупаемости.

Выпускная квалификационная работа инженера выполнена в текстовом Microsoft Word 2010 и графическом “КОМПАС-3D V14” редакторе представлена на диске CD-RW (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 84 p., 6 fig., 38 tab., 43 sources, 10 sheets demonstration material (slides).

Keywords: control welds, practical exam from welders, welding device for CMP, the coil tube.

Purpose - to develop a universal device for the assembly and welding of pipes with a diameter KSS 273 ... 530 mm. for a practical examination at the welders certification.

This device design will allow to carry out the work during the practical examination in welding in different spatial positions (horizontal, vertical, at an angle of 45 °).

Spend a technical and economic analysis of the introduction of facilities at OOO "GAC ZSR NAKS" for welding large diameter pipe coils. The substantiation of the effectiveness of the proposed adaptations and short term payback.

Final qualifying work of the engineer made in the text and Microsoft Word 2010 graphics "KOMPAS-3D V14" editor is presented on the disc CD-RW (in an envelope on the back cover).

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Обозначения и сокращения

АЦ – Аттестационный центр

НТД – нормативно-техническая документация;

СО₂ – углекислый газ;

I_{св} – сила тока;

U_д – напряжение дуги;

V_{пэл} – скорость подачи электродной проволоки;

V_{св} – скорость сварки.

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- 1 ГОСТ Р 1.5-2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения
- 2 ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
- 3 СП ТПУ 2.5.01-2014 Система образовательных стандартов. Работы выпускные квалификационные, проекты и работы курсовые. Структура и правила оформления.
- 4 ПБ 03-273-99 Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
- 5 СП 105-34-96 Свод правил сооружения магистральных газопроводов производство сварочных работ и контроль качества сварных соединений
- 6 ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия
- 7 ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. соединения сварные. основные типы, конструктивные элементы и размеры

- 8 ГОСТ 8050-64 Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия
- 9 РД 03-495-02 Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
- 10 РД-25.160.00-КТН-037-14 Сварка при строительстве и ремонте магистральных нефтепроводов

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Коэффициент наплавки (α_n): это коэффициент, выраженный отношением массы металла, наплавленной за единицу времени горения дуги, отнесенной к единице сварочного тока.

Дуговая сварка в защитном газе: это дуговая сварка, при которой дуга и расплавляемый металл находятся в защитном газе, подаваемом в зону сварки с помощью специальных устройств.

Сварочная ванна: часть металла свариваемого шва, находящаяся при сварке плавлением в жидком состоянии.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	12
1 Литературный обзор	13
1.1 Подготовка сварочных материалов.....	13
1.2 Подготовка катушки трубы.....	15
1.3 Входной контроль катушки трубы	15
1.4 Техника безопасности при проведении ПЭ.....	16
1.5 Процесс проведения практического экзамена	17
1.6 Обзор существующих приспособлений.....	18
2 Конструкторская часть	21
2.1 Описание приспособления для сварки контрольного образца.....	21
2.2 Материал элементов приспособления	21
2.3 Свариваемость металла приспособления	23
2.4 Обоснование выбора способа сварки.....	23
2.4.1 Характеристика ручной дуговой сварки.....	23
2.4.2 Характеристика сварки в защитном газе	24
2.5 Обоснование выбора сварочных материалов.....	25
2.6 Расчет режимов	27
2.7 Выбор основного сварочного оборудования.....	36
3 Технология изготовления приспособления.....	39
3.1 Заготовительные операции.....	39
3.2 Сварочные напряжения и деформации	40
3.3 Технический контроль качества и исправление брака.....	42
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	44
4.1 Нормирование технологического процесса	44
4.2 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки.....	47
4.3 Экономическая оценка эффективности инвестиций	50
5 Социальная ответственность	55
5.1 Производственная безопасность.....	55
5.1.1 Опасные производственные факторы при сварке	55
5.1.2 Вредные производственные факторы	55
5.1.3 Мероприятия по устранению опасных и вредных факторов	56
5.1.4 Воздушная среда и микроклимат. Вентиляция.....	58

5.1.5 Электробезопасность	59
5.1.6 Пожарная безопасность	63
5.2 Экологическая безопасность.....	64
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	65
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	68
Заключение	71
Список используемых источников.....	72
Приложение А Карта технологического процесса сварки (наплавки) контрольного сварного соединения	74
Приложение Б Карта технологического процесса сварки контрольного сварного соединения	76

Диск CD-R В конверте на
обороте обложки

ФЮРА. 200000.023 Презентация.

Файл Презентация Куимов.ppt в формате PowerPoint 2010

ФЮРА. 200000.023 Пояснительная записка.

Файл Диплом Куимов. docx в формате Word 2010

Графический материал:

Титульный лист. демонстрационный
лист

Цель и задачи. демонстрационный
лист

Основные и сварочные материалы. демонстрационный
лист

Режимы сварки и технические характеристики. демонстрационный
лист

Сварог MIG 350 чертеж

ФЮРА.000004.023 Внутренний центратор чертеж

ФЮРА.000001.023 Приспособление для сварки КСС чертеж

ФЮРА.000003.023 Положение катушек чертеж

ФЮРА.000002.023 Рама приспособления чертеж

ФЮРА.000002.023, ФЮРА.000001.023 Спецификация чертеж

Выводы. демонстрационный
лист

Введение

Проведение практического экзамена при аттестации сварщиков с учетом требований АК Транснефть и ПАО Газпром необходимо выполнить сварку труб диаметром 273-530 мм. В ООО «ГАЦ ЗСР НАКС» в настоящее время нет возможности сварки данных диаметров труб, в связи с отсутствием приспособления для сборки и сварки в любом пространственном положении данных диаметров труб.

Для решения задачи предлагается:

- разработать конструкцию приспособления для сборки и сварки КСС отвечающего поставленным требованиям;
- разработать приспособление для фиксации заготовок между собой;
- выбрать материал конструкции;
- подобрать сварочные материалы;
- рассчитать режимы сварки;
- выбрать сварочное оборудование;
- обосновать целесообразность внедрения приспособления.

Таким образом, целью ВКР является разработка универсального приспособления для сварки контрольных соединений.

1 Литературный обзор

Проведение практического экзамена (ПЭ) в ГАЦ ЗСР НАКС состоит из следующих этапов:

- подготовка сварочных материалов;
- подготовка катушки трубы;
- входной контроль катушки трубы;
- проведение инструктажа по технике безопасности на ПЭ;
- процесс проведения практического экзамена.

1.1 Подготовка сварочных материалов

Сварочные электроды, флюсы, порошковую проволоку непосредственно перед их выдачей на экзамен необходимо просушить (прокалить) согласно режимам, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 – Режимы прокаливания сварочных материалов [1]

№ п/п	Наименование, тип или марка сварочных материалов	Температура прокаливания, °С	Время выдержки, ч
1	Электроды с целлюлозным видом покрытия Э42, Э50, Э50А	От 100 до 150	1,0
2	Электроды с основным видом покрытия до Э55А	300	1,0
3	Электроды с основным видом покрытия Э60, Э70	350	От 1,5 до 2,0
4	Флюс АН-348А	От 200 до 300	1,5
5	Флюс АН-47	От 300 до 350	1,5
6	Флюс ФЦ-16	От 400 до 500	От 3,0 до 3,5
7	Агломерированные (керамические) флюсы	От 380 до 420	От 2,0 до 2,5
8	Порошковая проволока	От 200 до 230	От 1,5 до 2,0

Примечание – Электроды с целлюлозным покрытием, доставленные к месту работ с неповрежденной герметичной упаковкой (жестяных банках или картонных коробках с герметизирующей пленкой), разрешается использовать по назначению без предварительной сушки.

Электроды, флюсы и порошковая проволока используются после сушки (прокаливания) в сроки, приведенные в таблице 2. Дальнейшее их применение разрешается только после проведения повторной просушки (прокаливания). Повторная прокаливание электродов допускается не более 5 раз.

Таблица 2 – Сроки хранения (использования) сварочных материалов [1]

№ п/п	Сварочные материалы	Срок использования при хранении в сухих помещениях, суток
1	Электроды с основным видом покрытия и порошковая проволока	2
2	Электроды с целлюлозным видом покрытия	5
3	Флюс	15

Прокаленные электроды непосредственно после прокалики (сушки), необходимо хранить в специальных термопечалах.

Сварочные материалы (электроды, флюсы, порошковую проволоку, проволоку сплошного сечения) следует выдавать сварщику в количестве, необходимом для прохождения экзамена. Неиспользованные электроды с покрытием основного вида и порошковую проволоку следует хранить в термопечалах, сушильных шкафах, а флюс – в закрытой таре.

При хранении прокаленных электродов с покрытием основного вида и порошковой проволоки в сушильных шкафах (с температурой от 135 °С до 150 °С), а флюсов – в герметичной таре срок их хранения не ограничивается.

Флюс, оставшийся после сварки, должен быть возвращен на участок подготовки, где его очищают от шлаковых включений, металлических примесей и других загрязнений.

Сварочную проволоку сплошного сечения перед выдачей на ПЭ необходимо очистить от ржавчины, загрязнений и масел.

Порошковая проволока со следами коррозии к сварке не допускается.

Защитные газы следует хранить в емкостях, в которых их поставляют. Емкости следует хранить в соответствии с требованиями поставщика.

Запрещается смешивать газы в баллонах и емкостях, в которых они поставляются.

Газы, отбираемые из баллонов и емкостей, следует подвергнуть осушке в соответствии с технологической инструкцией.

1.2 Подготовка катушки трубы

Подготовка катушки трубы производится токарем, на токарном станке. Подготовка разделки кромок зависит от толщины стенки трубы и способа сварки, и определяется в соответствии с требованиями НТД.

1.3 Входной контроль катушки трубы

Перед началом практического экзамена (ПЭ) для сварщиков необходимо выполнить визуальный осмотр катушки трубы.

При этом должны отсутствовать недопустимые дефекты, регламентированные техническими условиями на поставку и требованиями СП 105-34-96.

На поверхности катушки трубы не допускаются:

- трещины, плены, рванины, закаты любых размеров;
- царапины, риски и задиры глубиной более 0,4 мм;
- местные перегибы, гофры и вмятины;
- расслоения на концах труб.

В местах, пораженных коррозией, толщина стенки труб или деталей не должна выходить за пределы минусовых допусков, установленных техническими условиями. Допускается производить зачистку на поверхности труб и деталей царапин, рисков и задиров глубиной свыше 0,4 мм, а также участков поверхности, пораженных коррозией, при условии, что толщина стенки после устранения дефектов не будет выходить за пределы минусовых допусков, установленных техническими условиями на поставку.

Замер толщины стенки трубы на участках, подвергаемых зачистке, необходимо выполнять с помощью ультразвукового толщиномера.

Концы с дефектами глубиной более 5 мм должны быть отрезаны. Концы труб и соединительных деталей должны иметь форму и размеры скоса кромок, соответствующие применяемым процессам сварки.

Шероховатость кромки реза не должна превышать 0,32 мм (3-й класс по ГОСТ 14-792).

Перед сваркой после резки необходимо тщательно удалить с кромки реза грат и окалину. Перед сваркой электродами с покрытием целлюлозного вида поверхность реза необходимо зачистить шлифмашинкой или подвергнуть механической обработке.

1.4 Техника безопасности при проведении ПЭ

Необходимо перед началом работы ознакомить сварщика с характером и объемом аттестационных работ с росписью в журнале заданий.

Перед зачисткой заготовок контрольных образцов сварных соединений и заточкой вольфрамовых электродов, сварщик должен выполнить следующее:

Привести в порядок спецодежду, для чего застегнуть ее на все пуговицы;

Проверить наличие и надежность крепления ограждений вращающихся частей, кожуха круга станка или ручного электроинструмента;

Установить защитный экран станка, или надеть очки (как при работе на станке, так и при работе с электроинструментом).

При обработке заготовок контрольных образцов сварных соединений на станке, необходимо:

Убедившись, что запуск станка никому не угрожает, запустить его;

Производить подачу обрабатываемой заготовки контрольного образца на круг плавно, без рывков и резкого нажима. Таким образом, обработать все заготовки выданных контрольных образцов сварных соединений;

По окончании обработки заготовок контрольных образцов, станок отключить.

При обработке заготовок контрольных образцов сварных соединений ручным электроинструментом с абразивным камнем, необходимо:

Перед включением ручного электроинструмента, зажать заготовку образца в тисы;

Включить ручной электроинструмент и плавно, без рывков подвести абразивный круг к заготовке и обработать ее;

Выключить ручной электроинструмент.

Заточку вольфрама производить, не опираясь на подручник. При заточке вольфрама на наждачном круге следует опасаться:

Травмирование глаз абразивно-металлической пылью, поэтому необходимо работать с использованием защитного экрана, а если он отсутствует, то в очках;

Ранение рук остро заточенным вольфрамом или при касании вращающегося круга;

Ожогов нагретым от заточки вольфрамом, в связи с чем, необходимо чаще охлаждать вольфрам.

Перед выполнением работ, связанных с применением газов, сварщик должен пройти обучение, по обращению с газовыми баллонами, и иметь удостоверение.

Перемещение газовых баллонов необходимо осуществлять на специально предназначенных для этого носилках или кантовкой в слегка наклонном положении.

1.5 Процесс проведения практического экзамена

Процедура проведения практического экзамена должна соответствовать РД 03-495-02 «Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства» с регистрацией выполнения работ в «Журнале учета работ при аттестации сварщиков с применением специализированного оборудования».

Во время экзамена сварщик должен доказать свою способность не только выполнить подготовительные, сборочные и сварочные работы, но и продемонстрировать умение настроить оборудование на заданные технологические параметры в соответствии с технологической картой сварки КСС и управлять им в процессе сварки.

Практический экзамен должен проводиться в присутствии не менее двух членов аттестационной комиссии и представителя Заявителя – специалиста сварочного производства не ниже II уровня профессиональной подготовки, отвечающего за техническое состояние специализированного оборудования и безопасные условия труда. В работе аттестационной комиссии может принимать участие представитель территориального органа Ростехнадзора.

Методы и объемы контроля, нормы оценки качества КСС должны соответствовать требованиям нормативных документов, регламентирующих сварочные работы. Методы и объемы контроля, а также нормативные документы, регламентирующие нормы оценки качества, должны быть занесены в технологические карты сварки КСС.

В случаях необходимости применения специализированного испытательного оборудования допускается проведение контроля качества КСС лабораторией Заявителя, аккредитованной (аттестованной) в установленном порядке. Выполнение контроля качества КСС лабораторией Заявителя должно быть установлено соответствующим договором.

При наличии необходимой материальной базы у Заявителя и присутствия аттестационной комиссии, допускается проведение теоретического экзамена сварщиков вне аттестационного центра или его аттестационного пункта (по месту нахождения специализированного оборудования).

Для прохождения практического экзамена сварщику дается задание в виде технологической карты в которой описана технология и последовательность сварки Приложения А и Б.

1.6 Обзор существующих приспособлений

Для выполнения работ при проведении практического экзамена требуются приспособления для сборки и сварки КСС. Материально-

техническая база ГАЦ ЗСР НАКС располагает следующими видами приспособлений (рисунок 1, 2, 3)



Рисунок 1 – Приспособление для сварки труб малого диаметра в положении под углом 45°



Рисунок 2 – Приспособление для сварки труб малого диаметра в горизонтальном положении



Рисунок 3 – Аппарат для проведения сварки под слоем флюса

В АЦ нет возможности сварки катушек диаметрами 273...530 мм необходимых для аттестации сварщиков, в связи с отсутствием специального приспособления для сварки.

Таблица 3 – Диаметры трубопроводов и толщины стенок [2]

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм
273	4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14
325	4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16
530	6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22, 23,24,25,26,27,28,29,30,31

Изучая и анализируя опыт других аттестационных центров, по сварке катушек диаметрами 273...530 мм, не было найдено оптимального решения. А те что были не соответствовали необходимым требованиям, предъявляемым для аттестации сварщиков (рисунок 4).



Рисунок 4 – Сварка катушки на консольном уголке

2 Конструкторская часть

2.1 Описание приспособления для сварки контрольного образца

Приспособление ФЮРА.000001.023 СБ состоит из следующих компонентов:

- рама подвижная на колесах;
- трехкулачковый патрон;
- блок управления;
- редуктор;
- электродвигатель;
- корпус;
- траверса;
- блоки;
- тележка для перемещения редуктора.

Данное приспособление позволяет захватывать собранные на прихватки катушки с любой поверхности, дает возможность их перемещения по сварочному цеху и выполнять сварку в любом пространственном положении.

2.2 Материал элементов приспособления

Учитывая выше описанные технические требования к конструкции, для изготовления применяем сталь СтЗсп.

Таблица 4 - Общие сведения СтЗсп, [3]

Марка :	СтЗсп
Классификация:	Сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества
Применение:	несущие элементы сварных и не сварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах

Таблица 5 - Химический состав в процентах материала СтЗсп, [3]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0.14 –	0.05 –	0.4 –	до	до	до	до	до	до	до

0,22	0,15	0,65	0,3	0,05	0,04	0,3	0,008	0,3	0,08
------	------	------	-----	------	------	-----	-------	-----	------

Таблица 6 - Механические свойства при T=20°C материала СтЗсп, [3]

Сортамент	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU
	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²
Трубы, ГОСТ 10705-80	372	225	22	60	
Твердость материала СтЗсп			HV 10 ⁻¹ = 131 МПа		

Таблица 7 - Технологические свойства материала СтЗсп, [3]

Свариваемость:	хорошая
Флокеночувствительность:	не чувствительна.
Склонность к отпускной хрупкости:	не склонна.

Для дальнейших расчетов необходимо найти эквивалентное содержание углерода в данном материале [4]:

$$C_{\text{эkv.х}} = C_{\text{осн.мет.}} + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+V}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu+Ni}{15} = 0,297 \%, \quad (1)$$

$$C_{\text{эkv.р}} = 0,005 \cdot S \cdot C_{\text{эkv.х}} = 4,454 \cdot 10^{-5} \%, \quad (2)$$

$$C_{\text{эkv.полн}} = C_{\text{эkv.р}} + C_{\text{эkv.х}} = 0,297 \%. \quad (3)$$

Таким образом, можно определить необходимую температуру предварительного подогрева:

$$T_n = 350 \sqrt{C_{\text{эkv.полн}} - 0,25} = 75 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4)$$

Из полученной температуры предварительного подогрева получаем, что свариваемость без ограничения, следовательно, предварительный подогрев до сварки, а также при сварке, термообработка, как до, так и после производства сварочных работ не нужна [4].

2.3 Свариваемость металла приспособления

Важное требование при сварке стали это обеспечение равнопрочности сварного соединения с основным металлом, а также отсутствие дефектов в сварном шве. Для этого механические свойства металла шва должны быть не ниже нижнего предела соответствующих свойств основного металла. Швы не должны иметь трещин, не проваров, пор, подрезов [4].

Механические свойства металла шва и сварного соединения зависят от его структуры, которая определяется химическим составом, режимом сварки и предыдущей и последующей термической обработкой. Химический состав металла шва зависит от доли участия основного и электродного металла в образовании шва и взаимодействиях между металлом и шлаком и газовой фазой. При сварке, рассматриваемой стали состав металла шва незначительно отличается от состава основного металла. Высокие скорости охлаждения металла шва также способствуют повышению прочности, однако при этом снижается его пластические свойства и ударная вязкость. Скорость охлаждения металла шва определяется толщиной свариваемого металла, конструкцией сварного соединения, режимом сварки и начальной температурой изделия [4].

Низкоуглеродистые и низколегированные стали данной толщины хорошо свариваются практически всеми видами сварки.

2.4 Обоснование выбора способа сварки

2.4.1 Характеристика ручной дуговой сварки

Дуговая сварка металлическими электродами с покрытием в настоящее время остаётся одним из самых распространенных методов, используемых при изготовлении сварных конструкций. Это объясняется простотой и мобильностью применяемого оборудования, возможностью выполнения сварки в различных пространственных положениях и в местах, труднодоступных для механизированных способов сварки.

Существенный недостаток ручной дуговой сварки металлическим электродом - малая производительность процесса и зависимость качества сварного шва от практических навыков сварщика [5].

Электроды выбирают в зависимости от назначения конструкций и типа стали, а режим сварки - в зависимости от толщины металла, типа сварного соединения и пространственного положения сварки [5].

Достоинства:

- простота и универсальность процесса и оборудования;
- возможность сварки в труднодоступных местах;
- возможность сварки во всех пространственных положениях;
- возможность сварки в условиях монтажа;
- большой спектр свариваемых материалов;
- значительный спектр толщин.

Недостатки:

- низкая производительность;
- сложный по исполнению способ;
- тяжёлые условия труда сварщика;
- резкая структурная и механическая неоднородность металла шва;
- многофакторность качества.

2.4.2 Характеристика сварки в защитном газе

Сварка в защитном газе может производиться плавящимся и неплавящимся электродом.

Основная особенность сварки плавящимся электродом заключается в применении электродных проволок с повышенным содержанием элементов - раскислителей (кроме углерода), компенсирующая их выгорание в зоне сварки [6].

При автоматической и полуавтоматической сварке плавящимся электродом швов, расположенных в различных пространственных положениях, используют электродную проволоку диаметром до 1,2 мм, а при

сварке швов, расположенных в нижнем положении - проволоку диаметром 1,2-3,0 мм [6].

Достоинства:

- возможность сварки во всех пространственных положениях;
- высокая производительность (в 1,5..3 раза выше, чем у РДС);
- высокая проплавливающая способность;
- значительный спектр свариваемых материалов;
- отсутствие шлака на поверхности сварочной ванны;
- более лёгкая техника сварки.

Недостатки:

- сложное сварочное оборудование;
- чувствительность к сквознякам и ветру;
- при определенных режимах сварки возникают сложности с удалением брызг расплавленного металла.

Исходя, из сравнительного анализа преимуществ принимаем для изготовления приспособления сварку в среде углекислого газа.

2.5 Обоснование выбора сварочных материалов

Сварочными или присадочными, называют материалы, обеспечивающие возможность протекания сварочных процессов и получения качественного соединения основного металла.

Выбор сварочных материалов проводим исходя из следующих условий:

- возможность осуществления сварки в тех пространственных положениях, в которых будут, находится изделие во время сварки;
- получение плотных беспористых швов;
- получение металла шва, обладающего высокой технологической прочностью, т.е. не склонного к образованию горячих трещин;
- получение металла шва, имеющего требуемую эксплуатационную прочность;

- низкая токсичность;
- экономическая эффективность.

В качестве защитного газа для сварки низкоуглеродистых сталей с успехом может использоваться углекислый газ.

Основной особенностью сварки плавящимся электродом является применение кремнемарганцовистой электродной проволоки с пониженным содержанием углерода, при использовании которой получают плотные беспористые швы, компенсируется выгорание кремния и марганца и при сварке низкоуглеродистой стали обеспечивается получение швов, имеющих оптимальный химический состав.

При сварке низкоуглеродистых сталей, согласно [6], следует применять электродную проволоку марки Св-08ГС или Св-08Г2С. На свойства металла шва значительное влияние оказывает качество углекислого газа. При повышенном содержании в нем азота и водорода могут образовываться поры даже при хорошей защите дуги от воздуха и надлежащем содержании кремния и марганца в сварочной ванне. При применении углекислого газа первого сорта по ГОСТ 8050-64 и электродной проволоки указанных выше марок швы, как правило, получают плотные без пор [6].

Сварка в углекислом газе характеризуется высокой производительностью и низкой стоимостью; к недостаткам способа относится повышенное разбрызгивание металла, а также получения в некоторых случаях неравномерных по внешнему виду швов. К тому же необходимо учитывать некоторые металлургические особенности, связанные с окислительным действием углекислого газа. При высоких температурах сварочной дуги углекислый газ (CO_2) диссоциирует на оксид углерода (СО) и атомарный кислород (О) который, если не принимать специальных мер, приводит к окислению свариваемого металла. Окислительное действие О нейтрализуется введением в проволоку дополнительного количества раскислителей кремния и марганца. Поэтому для сварки в CO_2 широко применяют сварочные проволоки марок: Св-08ГС, Св-08Г2С.

Таблица 8 - Химический состав в процентах марок проволок Св-08ГС и Св-08Г2С [6]

Марка проволоки	С	Mn	Si	Cr	Ni	S	P	A
Св-08ГС	0,10	1,40-1,70	0,6-0,85	0,20	0,25	0,03	0,03	0,05
Св-08Г2С	0,11	18-2,10	0,7-0,95					

Согласно рекомендациям [6,7], выбираем проволоку Св-08Г2С.

Углекислый газ поставляется по ГОСТ 8050-85. Для сварки используют сварочную углекислоту высшего и первого сортов, которые отличаются лишь содержанием паров воды (соответственно 0,037 и 0,184 г/см³ при 20°С и давлении 0,1 МПа). Углекислоту транспортируют и хранят в стальных баллонах или цистернах большой ёмкости в жидком состоянии с последующей газификацией на заводе, с централизованным снабжением сварочных постов через рампы. В баллоне вместимостью 40 л содержится 25 кг СО₂, дающего при испарении 12,5 м³ газа при давлении 0,1 МПа (760 мм рт. ст.). Баллон окрашен в черный цвет, надписи жёлтого цвета.

Для сварки конструкции приспособления будем применять углекислый газ первого сорта. Это связано с меньшим содержанием водных паров в углекислом газе. Состав газа представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Состав углекислого газа (сорт первый) [8]

Газ	О ₃ , %	N ₂ , %	H ₂ , %	СО ₂ , %	углеводороды, %	Содержание водяных паров, %
углекислый	-	-	-	99,5	-	0,067

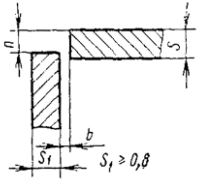
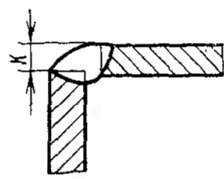
2.6 Расчет режимов

Швы, применяемые для изготовления приспособления ФЮРА.000002.023 СБ угловые, произведем их расчет [9].

Угловое соединение типа У4

Таблица 10 – Конструктивные размеры сварного соединения, мм [10]

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s=s ₁ , мм	K, мм	b, мм	
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номи н.	Пред. откл.

У4			15	10	0	+2
----	---	--	----	----	---	----

Общая площадь поперечного сечения наплавленного металла.

Площадь наплавки обычно находят как сумму площадей элементарных геометрических фигур:

$$F_n = b \times S + 0,75 \times g_1 \times e_1 + 0,75 \times g_1 \times e_1 = 1 \times 5 + 0,75 \times 1,5 \times 12 + 0,75 \times 1,5 \times 5 = 24 \text{ мм}^2, \quad (5)$$

где g_1 – высота притупления обратного валика, мм;

e_1 – ширина шва обратного валика, мм.

Общую площадь поперечного сечения, наплавленного и расплавленного металлов, найдем по формуле:

$$F = 0,73 \times e \times (S + g + g_1) = 0,73 \times 12 \times (5 + 1,5 + 1,5) = 70 \text{ мм}^2. \quad (6)$$

Площадь поперечного сечения проплавленного металла по формуле:

$$F_{пр} = F - F_n = 70 - 24 = 46 \text{ мм}^2. \quad (7)$$

Толщина свариваемых пластин (S) 5 мм, по рекомендациям [9], сварка выполняется за один проход, следовательно, сила сварочного тока, обеспечивающего заданную глубину проплавления свариваемых пластин:

$$I_{св} = \frac{100 \times S}{k_h} = \frac{100 \times 5}{2,1} = 238 \text{ А}, \quad (8)$$

где k_h – коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от условий проведения сварки [9], принимаем $I_{св} = 240 \text{ А}$.

Выбираем диаметр электродной проволоки. Ориентировочно он может быть определён по формуле:

$$d_{эл} = 2 \times \sqrt{\frac{I_{св}}{\pi \times j}} = 2 \times \sqrt{\frac{240}{3,14 \times 200}} = 1,2 \text{ мм}, \quad (9)$$

где j – допустимая плотность тока, А/мм^2 , принимаем $d_{эл} = 1,2 \text{ мм}$.

Определяем оптимальное напряжение дуги

$$U_d = 17 + \frac{50 \times 10^{-3}}{\sqrt{d_s}} \times I_{св} \pm 1 = 17 + \frac{50 \times 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \times 240 \pm 1 = 28 \pm 1 \text{ В}, \quad (10)$$

принимая напряжение $U_d = 28$ В .

Определим коэффициент формы провара:

$$\psi_{пр} = K' \times (19 - 0,01 \times I_{св}) \times \frac{d_3 \times U_d}{I_{св}} = 0,92 \times (19 - 0,01 \times 240) \times \frac{1,2 \times 28}{240} = 2,1. \quad (11)$$

Для механизированной сварки значения $\psi_{пр}$ должны составлять 0,8...4,0, в нашем случае, значение коэффициента находится в данном интервале, следовательно, режимы подобраны верно.

Определим скорость сварки по формуле:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \times I_{св}}{3600 \times \gamma \times F_n}, \quad (12)$$

где α_n – коэффициент наплавки.

Для определения коэффициента наплавки α_n при механизированных способах сварки в среде CO_2 воспользуемся следующей формулой:

$$\alpha_n = \alpha_p \times (1 - \psi), \quad (13)$$

где ψ – коэффициент потерь, который определяется по формуле:

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \times 10^{-2} \times j - 4,48 \times 10^{-4} \times j^2. \quad (14)$$

Подставим известные значения плотности тока j в формулу (14), получим:

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \times 10^{-2} \times 200 - 4,48 \times 10^{-4} \times 200^2 = 12,56 \text{ \%}.$$

Для того чтобы определить коэффициент наплавки нам необходимо рассчитать коэффициент расплавления α_p по формуле:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \times 10^{-3} \times \sqrt{I_{св}} \times \frac{l_b}{d_3^2} = 9,05 + 3,1 \times 10^{-3} \times \sqrt{240} \times \frac{1,5}{0,12^2} = 14 \text{ г/А} \times \text{ч}, \quad (15)$$

величину вылета электрода l принимаем 1,5 см, согласно рекомендации [9].

Тогда коэффициента наплавки α_n согласно формуле (13):

$$\alpha_n = 14 \times (1 - 0,126) = 12,2 \text{ г/А} \times \text{ч}.$$

Скорость сварки по формуле (12) получаем:

$$V_{св} = \frac{12,2 \times 240}{3600 \times 7,8 \times 0,24} \approx 0,43 \text{ см/с} = 15,6 \text{ м/ч}.$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле:

$$V_{\text{пэл}} = \frac{\alpha_p \times I_{\text{св}}}{3600 \times \gamma \times F_{\text{эл}}} = \frac{14 \times 240}{3600 \times 7,8 \times 1,13 \times 10^{-2}} \approx 10,6 \text{ см/с} = 381 \text{ м/ч}, \quad (16)$$

где $F_{\text{эл}}$ – площадь поперечного сечения электрода, см^2 ;

γ – плотность электродного металла, г/см^3 .

Для проверки правильности расчётов при сварке в углекислом газе определяем глубину проплавления, подставив полученные значения параметров режима в формулу:

$$H = 2 \times \sqrt{\frac{q}{\pi \times e \times c_p \times T_{\text{пл}} \times \psi_{\text{пр}} \times V_{\text{св}}}} = 0,0076 \times \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\psi_{\text{пр}}}}, \quad (17)$$

где $q_{\text{п}}$ – погонная энергия, Дж/см ;

c_p – объемная теплоемкость, $\text{кДж} \cdot \text{дм}^{-3} \cdot \text{К}^{-1}$;

$T_{\text{пл}}$ – температура плавления, $^{\circ}\text{С}$.

Погонная энергия рассчитывается по формуле:

$$q_{\text{п}} = \frac{\eta_{\text{и}} \times I_{\text{св}} \times U_{\text{д}}}{V_{\text{св}}} = \frac{0,8 \times 240 \times 28}{0,43} = 12502 \text{ Дж/см}, \quad (18)$$

где $\eta_{\text{и}}$ – эффективный коэффициент полезного действия нагрева изделия дугой, который при сварке в защитном газе составляет $0,8 \dots 0,84$, принимаем $\eta_{\text{и}} = 0,8$, и подставим полученные значения в формулу (17):

$$H = 0,0076 \times \sqrt{\frac{12502}{2,1}} = 0,58 \text{ см}.$$

От заданной глубины проплавления отличается менее чем на $10 \dots 15\%$, следовательно, режимы оптимальны и подобраны верно.

Зная глубину провара и коэффициент формы провара, определяем ширину провара:

$$e = \psi_{\text{пр}} \times H = 2,1 \times 0,58 = 1,2 \text{ см}. \quad (19)$$

Задавшись оптимальным значением формы выпуклости, т.е. коэффициентом формы усиления $\psi_{\text{в}}$, находим высоту валика. Значения $\psi_{\text{в}}$ выбирают в пределах 7-10. Меньшие значения имеют место при узких и

высоких швах. Большие значения соответствуют широким и низким усилениям. Принимаем $\psi_b = 10$, тогда:

$$q = e / \psi_b = 1,2 / 10 = 0,12 \text{ см.} \quad (20)$$

Проверяем площадь наплавки по формуле (5):

$$F_n = 1 \times 5 + 0,75 \times 1,2 \times 12 + 0,75 \times 1,2 \times 5 = 20 \text{ мм}^2.$$

Полученная площадь наплавки, полученная на подобранных режимах, практически не отличается по значению от той, которую рассчитали по рекомендациям, следовательно, используемые режимы наиболее оптимальны для данного соединения.

Расчет таврового соединения типа Т1

Таблица 11 – Конструктивные элементы сварного соединения, мм [10]

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	s	b	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения			Номин.	Пред. откл.
Т1			ИНп, ИП, УП	5	0	+ 1,0

Зная катет шва определяем площадь поперечного сечения наплавленного металла по формуле:

$$F_n = \frac{k^2}{2} = \frac{5^2}{2} = 12,5 \text{ мм}^2, \quad (20)$$

где k – катет углового шва, мм.

Силу сварочного тока $I_{св}$ рассчитаем по формуле (6):

$$I_{cb} = \frac{\pi \times d_{эл}^2}{4} \times j = \frac{3,14 \times 1,2^2}{4} \times 150 = 170 \text{ А}, \quad (21)$$

принимаем $I_{cb} = 170 \text{ А}$.

Определяем оптимальное напряжение дуги по формуле (10):

$$U_d = 17 + \frac{50 \times 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \times 170 \pm 1 = 25 \pm 1 \text{ В},$$

принимаем напряжение, согласно рекомендации [9], $U_d = 24 \text{ В}$.

Определим коэффициент формы провара по формуле (11):

$$\psi_{пр} = 0,92 \times (19 - 0,01 \times 170) \times \frac{1,2 \times 24}{170} = 2,7.$$

Для механизированной сварки значения $\Psi_{пр}$ должны составлять 0,8...4,0, в нашем случае, значение коэффициента находится в данном интервале, следовательно, режимы подобраны верно.

Подставим известные значения плотности тока j в формулу (14), получим:

$$\psi_{п} = -4,72 + 17,6 \times 10^{-2} \times 200 - 4,48 \times 10^{-4} \times 200^2 = 12,56 \text{ \%}.$$

Для того чтобы определить коэффициент наплавки нам необходимо рассчитать коэффициент расплавления α_p по формуле (15):

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \times 10^{-3} \times \sqrt{170} \times \frac{1,5}{0,12^2} = 13,26 \text{ г/А} \times \text{ч},$$

величину вылета электрода l принимаем 1,5 см, согласно рекомендации [9].

Тогда коэффициент наплавки α_n согласно формуле (13):

$$\alpha_n = 13,26 \times (1 - 0,126) = 11,6 \text{ г/А} \times \text{ч}.$$

Скорость сварки по формуле (12) получаем:

$$V_{cb} = \frac{11,6 \times 170}{3600 \times 7,8 \times 0,125} \approx 0,56 \text{ см/с} = 20 \text{ м/ч},$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле (16):

$$V_{пэл} = \frac{13,26 \times 170}{3600 \times 7,8 \times 1,13 \times 10^{-2}} \approx 7 \text{ см/с} = 255 \text{ м/ч},$$

Для проверки правильности расчётов определяют глубину проплавления, подставим полученные значения параметров режима в формулу (17):

$$H = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{5829}{2,7}} = 0,35$$

Расчет нахлесточного соединения типа Н1

Таблица 12 – Конструктивные элементы сварного соединения, мм [10]

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	s	b		В
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения			Номин.	Пред. откл.	
Н1			ИП, УП	5,0	0	+ 1,0	3,0- 20

Расчет нахлесточного соединения аналогичен тавровому, поэтому принимаем режимы сварки полученные в предыдущем разделе.

Расчет таврового соединения типа Т1

Таблица 13 – Конструктивные элементы сварного соединения, мм [10]

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	s	b	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения			Номин.	Пред. откл.
Т1			УП	10	0	+ 1,5

Зная катет шва определяют площадь поперечного сечения наплавленного металла по формуле (20):

$$F_n = \frac{10^2}{2} = 50 \text{ мм}^2.$$

Силу сварочного тока $I_{св}$ рассчитаем по формуле (21):

$$I_{св} = \frac{3,14 \times 1,2^2}{4} \times 200 = 226 \text{ А},$$

принимаем $I_{св} = 230 \text{ А}$.

Определяем оптимальное напряжение дуги по формуле (10):

$$U_{д} = 17 + \frac{50 \times 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \times 230 \pm 1 = 27 \pm 1 \text{ В},$$

принимаем напряжение, согласно рекомендации [9], $U_{д} = 24 \text{ В}$.

Определим коэффициент формы провара по формуле (11):

$$\psi_{пр} = 0,92 \times (19 - 0,01 \times 230) \times \frac{1,2 \times 24}{230} = 1,9.$$

Для механизированной сварки значения $\Psi_{пр}$ должны составлять 0,8...4,0, в нашем случае, значение коэффициента находится в данном интервале, следовательно, режимы подобраны верно.

Подставим известные значения плотности тока j в формулу (14), получим:

$$\psi_{н} = -4,72 + 17,6 \times 10^{-2} \times 200 - 4,48 \times 10^{-4} \times 200^2 = 12,56 \text{ \%}.$$

Для того чтобы определить коэффициент наплавки нам необходимо рассчитать коэффициент расплавления $\alpha_{р}$ по формуле (15):

$$\alpha_{р} = 9,05 + 3,1 \times 10^{-3} \times \sqrt{230} \times \frac{1,5}{0,12^2} = 13,95 \text{ г/А}\cdot\text{ч},$$

величину вылета электрода l принимаем 1,5 см, согласно рекомендации [9].

Тогда коэффициент наплавки $\alpha_{н}$ согласно формуле (13):

$$\alpha_{н} = 13,95 \times (1 - 0,1256) = 12,2 \text{ г/А}\cdot\text{ч}.$$

Скорость сварки по формуле (12) получаем:

для первого прохода:

$$V_{св} = \frac{12,2 \times 230}{3600 \times 7,8 \times 0,2} \approx 0,5 \text{ см/с} = 18 \text{ м/ч},$$

для второго прохода:

$$V_{св} = \frac{12,2 \times 230}{3600 \times 7,8 \times 0,3} \approx 0,33 \text{ см/с} = 12 \text{ м/ч}.$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле (16):

$$V_{\text{пэл}} = \frac{13,95 \times 230}{3600 \times 7,9 \times 1,13 \times 10^{-2}} \approx 10 \text{ см/с} = 360 \text{ м/ч} .$$

Для проверки правильности расчётов определяют глубину проплавления, подставив полученные значения параметров режима в формулу (17):

для первого прохода:

$$H = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{8832}{1,9}} = 0,5$$

для второго прохода:

$$H = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{13382}{1,9}} = 0,63$$

Зная глубину провара и коэффициент формы провара, определяем ширину провара:

$$e = \psi_{\text{пр}} \times H = 1,9 \times 0,5 = 0,95 \text{ см.} \quad (22)$$

Высота валика:

$$q = \frac{F_{\text{н}}}{0,73 \times e}, \quad (23)$$

где e - ширина валика..

Тогда подставив значения в формулу (23) найдем:

$$q = \frac{50}{0,73 \times 0,95} = 7,2 \text{ мм} .$$

Общая высота шва:

$$C = H + q = 5 + 7,2 = 12,2 \text{ мм} . \quad (24)$$

где H – глубина провара при сварке стыкового соединения без скоса кромок.

Полагая, что при сварке на принятом режиме с разделкой общая высота шва C остается неизменной, можно определить H'_0 :

$$H'_0 = C - q', \quad (25)$$

где H'_0 - глубина провара при сварке таврового соединения, мм;

q' – высота заполнения разделки одним проходом при отсутствии зазора, находится по следующей формуле:

$$q' = \sqrt{F_{\text{н}}} = \sqrt{50} = 7,1 \text{ мм} . \quad (26)$$

Тогда подставив значения в формулу (25) найдем:

$$H'_0 = 12,2 - 7,1 = 5,1 \text{ мм} .$$

Величина проплавления вертикальной стенки:

$$S_b = (0,8 - 1) \times H'_0 = (0,8 - 1) \times 0,51 = 0,41 - 0,51 \text{ см} . \quad (27)$$

Все режимы на используемые типы соединений приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Режимы механизированной сварки в углекислом газе для используемых типов соединений

№	Тип соединения	F _н , мм ²	Катет, мм	Режимы сварки				
				I _{св} , А	U _д , В	V _{св} , м/ч	V _{нэл} , м/ч	α _н , Г/Ач
1	У4-△5 - ГОСТ 14771-76	24	-	240	27	15,6	381	12,2
2	T1-△5 - ГОСТ 14771-76	12,5	5	170	24	20	255	11,6
3	H1-△5 - ГОСТ 14771-76	12,5	5	170	25	20	255	11,6
4	T1-△10 - ГОСТ 14771-76	50	10	230	24	18	360	12,2
						12		

2.7 Выбор основного сварочного оборудования

Для сварки в среде защитных газов применяем полуавтомат Сварог MIG 350 (J1601)

Промышленный сварочный полуавтомат Сварог MIG 350 (J1601) выносным 4-х роликовым проволокоподающим механизмом под кассету 15 кг. Инверторный сварочный аппарат, предназначенный для полуавтоматической сварки в среде защитного газа (MIG / MAG).

Аппарат построен на базе IGBT транзисторов нового поколения по современной инверторной схеме. Данная технология позволяет получать максимальную мощность и длительное включение аппарата при его минимальных размерах и массе. Аппарат имеет дополнительные функции такие как прогон проволоки, дожигание сварочной проволоки и пр. позволяющие более комфортно качественно и безопасно работать на нем.

Практичный и мобильный сварочный полуавтомат MIG 350 изготавливается в декомпактном исполнении, в корпусе с выносным 4-х роликовым подающим устройством. Электронная схема управления

включает в себя уникальную систему контроля сварочных динамических характеристик; обеспечивает стабильность горения дуги, низкий уровень разбрызгивания металла, прекрасную форму шва, высокую эффективность сварки. Компоновка аппарата позволяет увеличивать радиус его действия не передвигая источник питания, выносная ось катушки позволяет применять сварочную проволоку в евро катушках до 15 кг.

Особенности:

- мягкий старт;
- функция 2/4 такта;
- цифровая индикация параметров;
- надежный 4-х роликовый подающий механизм;
- плавная регулировка сварочного тока и напряжения;
- холостая протяжка проволоки, продувка газа;
- дожигание сварочной проволоки;
- замкнутая система обратной связи;
- встроенный блок стабилизации напряжения;
- размер и вес, экономичный и практичный;
- надежность в работе, удобство в эксплуатации и сервисном обслуживании.

Таблица 15 – Технические характеристики сварочного полуавтомата Сварог MIG 350 [11]

ХАРАКТЕРИСТИКА	ЗНАЧЕНИЕ
Напряжение питающей сети, В	380±15%
Потребляемая мощность, кВА	14
Диапазон регулирования сварочного тока в среде защитных газов, А	50–350
Частота питающей сети, Гц	50/60
Диапазон рабочего напряжения, В	15-36
Номинальное напряжение, В	27
Скорость подачи проволоки, м/мин.	1,5–18
Диаметр сварочной проволоки, мм	1,0–1,2

Расположение подающего устройства / катушки	выносное / снаружи
Рекомендуемый минимальный ток предохранителя, А	40
ПВ, %	60
КПД, %	85
Коэффициент мощности	0,93
Класс изоляции	F
Степень защиты	IP21
Вес, кг	29
Габаритные размеры, мм	570×285×470
Цена, руб	171000

3 Технология изготовления приспособления

3.1 Заготовительные операции

При изготовлении узлов приспособления, важную роль играют заготовительные операции.

Заготовительными операциями являются: правка, разметка деталей, резка, подготовка кромок, гибка заготовок, проделывание отверстий, вальцовка обечаек, термическая обработка заготовок если она необходима.

Подготовка кромок и поверхностей под сварку должна выполняться механической обработкой путем термической резки с последующей механической обработкой (резцом, фрезой, абразивным инструментом). Глубина механической обработки после термической резки (строжки) зависит от марки стали и её чувствительности к термическому циклу резки (строжки).

Кромки деталей, подлежащих сварке, и прилегающие к ним участки должны быть очищены от окалины, краски, масла и других загрязнений на расстоянии 100 мм [12].

Подготовленные к сборке кромки должны быть без вырывов, заусенцев, резких переходов и острых углов [12].

Для резки трубы используем кислородную разделительную резку. В качестве оборудования для кислородной резки принимаем резак инжекторного типа «Факел», изготавливаемый по ГОСТ 5191-79.

Таблица 16 - Технические характеристики резака «Факел»[13]

Показатели	«Факел»
Толщина разрезаемого металла, мм	3÷300
Расход газа, м ³ /ч: кислорода	3÷40
ацетилена	0,4÷1,2
Давление газа, кПа кислорода	300÷1200
ацетилена	1
Габаритные размеры, мм	535x72x159

Для резки негабаритных профилей выбираем отрезную электрическую машину по металлу Bosch GCO 2000.

Отрезные электрические машины по металлу представляют собой станок, предназначенный для резки различных металлов и сплавов. Эти устройства широко используются как в небольших мастерских, так и на крупных производственных предприятиях. Отрезные машины обеспечивают очень качественный рез - ровный и гладкий, без заусенцев и зазубрин.

Мощный 2000-ваттный двигатель с ограничителем пускового тока гарантирует высокую производительность, кроме того отличается проверенной долговечностью. Надежный пружинно-рычажный механизм отлично приспособлен для высокоинтенсивных нагрузок.

Эффективный редукционный механизм обеспечивает скорость вращения 3500 оборотов в минуту. Модель оснащена практичным быстрым зажимом с плавной регулировкой скоса в диапазоне до 45 градусов. Кроме всего вышеперечисленного, модель еще и удобна в эксплуатации и транспортировке благодаря эргономичной рукоятке.

Таблица 17 – Технические характеристики отрезной машины Bosch GCO 2000 [14]

Характеристики:	GCO 2000 Professional
Производительность резания под прямым углом	180 x 85 мм
Производительность резания, четыре кромки	110 x 110 мм
Производительность резания, Г-образный профиль	130 x 130 мм
Число оборотов холостого хода	3500 мин ⁻¹
Диам. отрезного круга	355 мм
Отверстие отрезного круга	25,4 мм
Вес	18,0 кг

3.2 Сварочные напряжения и деформации

Различают:

– тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температуры при сварке;

– структурные напряжения, возникающие вследствие структурных превращений, сопровождающиеся переохлаждением аустенита в околосшовной зоне и образования продуктов закалки мартенсита.

В зависимости от времени существования собственных напряжений и деформаций различают:

– временные, существующие в конструкции лишь в определенный момент времени;

– остаточные, остаются в изделии после снятия нагрузки.

В зависимости от размеров области, в пределах которой имеют место и взаимно уравниваются внутренние напряжения, различают:

– напряжение I рода - уравниваются в крупных объемах соизмеримых с размерами изделий или отдельных его частей;

– напряжение II рода - уравниваются в микрообъеме тела в пределах одного или нескольких зерен;

– напряжения III рода - уравниваются в объемах соизмеримых с атомной решеткой и связаны с искажениями атомной решетки.

Напряжения также можно разделить по направлению действия:

– продольные вдоль оси шва;

– поперечные перпендикулярно оси шва.

По виду напряженного состояния сварочные швы бывают:

– линейные (одноосные);

– плоскостные (двухосные);

– объемные (трехосные) [15].

Меры борьбы со сварочными деформациями и напряжениями. Весь комплекс борьбы со сварочными напряжениями и деформациями можно разделить на 2 группы:

– мероприятия, предотвращающие вероятность возникновения деформаций и напряжений или уменьшающих влияние: к таким мероприятиям можно отнести: последовательность сварки, закрепление,

предварительный обратный выгиб, подогрев, интенсивное охлаждение свариваемых изделий;

– мероприятия, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие напряжений: к таким мероприятиям можно отнести: механическая правка, проковка шва, термообработка, также можно предотвратить сварочные деформации за счет правильного выбора сварочных материалов, режимов сварки, минимальное вложение погонной энергии и правильное определение способа сварки.

3.3 Технический контроль качества и исправление брака

Визуальному контролю подвергаются все законченные сварные соединения, на которые распространяется РД 153-006-02 [16].

Перед визуальным контролем сварные швы и прилегающая к ним поверхность основного металла шириной не менее 20 мм (по обе стороны шва) должны быть очищены от шлака, брызг расплавленного металла, окалины и других загрязнений.

Визуальный контроль производится невооруженным глазом или с помощью лупы 4–7 кратного увеличения для участков, требующих уточнения характеристик обнаруженных дефектов, с применением, при необходимости, переносного источника света.

Недопустимыми дефектами, выявленными при визуальном контроле сварных соединений, являются:

- трещины всех видов и направлений;
- непровары (несплавления) между основным металлом и швом, а также между валиками шва;
- наплывы (натеки) и брызги металла;
- не заваренные кратеры;
- свищи;
- прожоги;
- скопления и включения пор.

Выявленные при визуальном и измерительном контроле дефекты, которые могут быть исправлены (удалены) без последующей заварки выборок, должны быть исправлены до проведения контроля другими методами.

Измерительный контроль сварных соединений (определении размеров швов, смещения кромок, перелом осей, углублений между валиками, чешуйчатости поверхности швов и др.) следует выполнять в местах, где допустимость этих показателей вызывает сомнения при визуальном контроле, если в ПТД нет других указаний. Размеры и форма шва проверяются с помощью шаблонов, размеры дефекта с помощью мерительных инструментов.

Контроль проводится сварщиком после зачистки поверхности. Результаты контроля считаются удовлетворительными, если не обнаружены трещины, не заваренные прожоги и кратеры, скопления, поверхностные поры (включения), превышающие нормы, и другие дефекты, свидетельствующие о нарушении режима сварки или о недоброкачественности сварочных материалов. При обнаружении недопустимых дефектов вопрос о продолжении сварки или способе исправления дефектов должен решать руководитель сварочных работ [16].

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе выполняется технико-экономическое обоснование принимаемых инженерных решений. При сварке приспособления требуется рассчитать себестоимость одного метра сварного шва приспособления выполненного механизированной сваркой в среде защитных газов.

4.1 Нормирование технологического процесса

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

$$T_{шк} = [(t_o + t_{вш}) \times l + t_{в.и.}] \times K_{об} + \frac{t_{нз}}{n}, \quad (28)$$

где $t_{шк}$ - норма штучно-калькуляционного времени, мин/изделие;

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

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

l - протяженность сварочного шва данного типоразмера, м;

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

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

$t_{нз}$ - подготовительно-заключительное время, мин/партия;

n - размер партии свариваемых изделий.

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

Нормирование полуавтоматической и автоматической сварки в среде углекислого газа проводим по методике, изложенной в [17,18]. Рассчитаем основное время для 1 погонного метра шва.

Таблица 18 - Определение основного времени на сварку

Исходные данные и расчетная формула	Механизированная в защитном газе
Скорость сварки, м/ч	18,5
Расчетная формула основного времени для сварки $t_0 = \sum \frac{60}{V_{св}}$	$t_0 = \frac{60}{18,5} = 3,2$

Необходимые значения времени, для расчета $t_{в.ш.}$, $t_{в.и.}$ и $k_{об}$ для механизированной сварки в CO_2 получены из [17].

Таблица 19 - Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

	Механизированная в защитном газе
Элементы работы	Время на 1м/мин
Зачистка свариваемых кромок от налета и ржавчины перед сваркой	0,3
Зачистка сварного шва от окисных пленок	0,3
Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла	0,4
Осмотр и промер шва	0,3
Смена электродов	-
Удаление остатка проволоки из головки полуавтомата. Смена кассет. Подача проволоки в головку полуавтомата	0,1
Подтягивание проводов	0,25
Зачистка шва от шлака после выполнения каждого прохода	-
Возврат сварщика в исходное положение	0,15
Откусывание огарков проволоки	0,1
Итого	1,9

Таблица 20 - Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования

	Механизированная в защитном газе
Элементы работы	Время, мин
Установка полуавтомата в начале шва, возврат, отключение	1,7
Установка, снятие и транспортировка изделия	2
Закрепление, открепление	0,5
Перемещения сварщика в исходное положение	-
Клеймение шва	0,21
Итого	4,41

Таблица 21 - Подготовительно-заключительное время, связанное с наладкой и переналадкой оборудования

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

Таблица 22 - Штучное время

	Механизированная в защитном газе
Элементы работы	Время, мин
t_0 – основное время на сварку, мин/м	3,2
$t_{в.ш.}$ - вспомогательное время, связанное со свариваемым швом на 1 пог.м шва в мин	1,9
l – общая длина швов	$l = 1$
$t_{в.и.}$ –вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования	4,41
$K_{об}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности	1,12
Расчетная формула $T_{шт} = [(t_0 + t_{в.ш.}) \times l + t_{в.и.}] \times K_{об}$	$t_{шт.} = [(3,2 + 1,9) \times 1 + 4,41] \times 1,12 = 10,7$

Таблица 23 - Количество смен, необходимое для производства одного изделия

	Механизированная в защитном газе
$T_{см}$ – продолжительность одной рабочей смены	8
$T_{шт}$ – штучное время	10,7
Расчетная формула: $n = \frac{T_{см} \times 60}{T_{шт}}$	$n = \frac{8 \times 60}{10,7} \approx 45$

Таблица 24 - Штучно-калькуляционное время

	Механизированная в защитном газе
$T_{шт}$ – штучное время	10,7
$t_{п.з.}$ – подготовительно заключительное время	20
n – кол-во пог. метров за смену	45
Расчетная формула $T_{ук} = T_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{n}$	$T_{ук} = 10,7 + \frac{20}{45} = 11$

Таблица 25 – Масса наплавленного металла шва

	Механизированная в защитном газе
$G_{конструкции}$ – вес суперсайта, кг	13000
Расчетная формула, кг $G_n = \frac{G_{конструкции} \times 1}{100}$	$G_n = 13000 \cdot 0,01 = 130$

4.2 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

В первой ситуации исходим из того, что рассматриваемые варианты сварки на предприятии имеются.

Значит, нам не требуются средства на приобретение оборудования. Оборудование недостаточно загружено и имеется возможность его использования для производства нашего изделия.

Критерием выбора лучшего способа сварки будут служить затраты на сварку изделия. Причем во внимание принимаются те затраты, которые будут различаться по сравниваемым вариантам.

Различные затраты на сварку нашего изделия C (руб./изд.·опер) определяются по формуле

$$C = C_{см} + C_{оз} + C_{дз} + C_{сц} + C_{эл} + C_{р}, \quad (29)$$

где $C_{см}$ – затраты на сварочные материалы, руб ;

$C_{оз}$ – основная зарплата, руб ;

$C_{дз}$ – дополнительная зарплата, руб ;

$C_{сц}$ – отчисление на социальные цели, руб ;

$C_{эл}$ – затраты на электроэнергию, руб ;

$C_{р}$ – затраты на ремонт, руб.

Таблица 26 – Затраты на сварочные материалы

Исходные данные и расчетная формула	Механизированная в защитном газе
$g_{нм}$ - масса наплавленного металла, кг/изд	1
k_n - коэффициент, учитывающий отношение веса проволоки к весу наплавленного металла	1,08
$Ц_{см}$ - цена сварочной пров./электродов, руб/кг	44
Расчетная формула $C_{см} = g_{нм} \times k_n \times Ц_{см}$	$C_{см} = 1 \times 44 \times 1,08 = 47,5$

Таблица 27 – Затраты на защитный газ

Исходные данные и расчетная формула	Механизированная в защитном газе
$g_{газ}$ - норма расхода газа, л/мин	10
t_0 - основное время на сварку, мин/м	3,2
l - длина сварного шва, м/издел	1
$Ц_{газ}$ - цена за единицу газа руб/л	0,018
Расчетная формула $C_{газ} = \sum_{x=1}^8 (C_{газ} \times g_{газ} \times (t_{0x} \times l_x))$, руб / изд	0,6

Таблица 28 – Затраты на заработанную плату рабочих

Исходные данные и расчетная формула	Механизированная в защитном газе
$C_{мз}$ - среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий	30000
$F_{мр}$ - месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц	172
$t_{ук}$ - калькуляционное время на выполнение операции мин\м	11
Расчетная формула $C_3 = \frac{C_{мз} \times t_{ук}}{F_{мр} \times 60}$	$C_3 = \frac{30000 \times 11}{172 \times 60} = 32$

Таблица 29 – Отчисления на социальные цели

Исходные данные и расчетная формула	Механизированная в защитном газе
$K_{отч}$ – процент отчислений на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы ($K_{отч} = 30\%$)	30%
C_3 - затраты на заработанную плату рабочих	113
Расчетная формула $C_{отч} = \frac{k_{отч} \times C_3}{100}$	$C_{отч} = \frac{30 \times 32}{100} = 9,6$

Таблица 30 - Затраты на электроэнергию

Исходные данные и расчетная формула	Механизированная в защитном газе
U - напряжение, В;	25
I - сила тока, А;	193
t_0 - основное время сварки, мин/м;	3,2
l - длина сварного шва, м	1
η - коэффициент полезного действия источника питания	0,82
$Ц_{эл}$ - стоимость 1квт/ч электроэнергии, руб	3,7

Расчетная формула $C_{эм} = \sum_{x=1}^8 \left(\frac{C_{эл}}{\eta \times 60} \times (U_x \times I_x \times t_{0_x} \times l_x) \right)$	1161
---	------

Таблица 31 – Оборудование сварки в среде защитных газов

Наименование	Кол-во	Цена, руб
Сварог MIG 350 (J1601)		171000
горелка	1	3700
Маска электросварочная (с наголовником) стеклопластиковая отечественная	1	500
Кабель силовой КГ-200	1	3000
Баллон с углекислым газом	1	9000
Рукав резиновый диаметром 9,0 мм (3 кл.)		600
Регулятор расхода газа У-30П-2(с подогревателем)		1200
Итого		189000

Таблица 32 - Затраты на амортизацию оборудования

Исходные данные и расчетная формула	Механизированная в защитном газе
C_j - цена оборудования соответствующего вида	189000
$T_{ПИ}$ - срок полезного использования оборудования (для сварочного оборудования 5 лет)	5
Расчетная формула $C_a = \frac{\sum_{j=1}^n C_j}{T_{ПИ}}$	37800

Таблица 33 - Затраты на ремонт оборудования

Исходные данные и расчетная формула	Механизированная в защитном газе
C_j - цена оборудования соответствующего вида	189000
$k_{рем}$ - коэффициент, учитывающий затраты на ремонт ($k_{рем} \approx 0,2 - 0,3$)	0,25
$t_{ук}$ - штучно-калькуляционное время на выполнение операции мин/м	11
$F_{го}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч (в 2015 при 8 часовом р. д.)	1971
k_3 - коэффициент, учитывающий загрузку оборудования	0,8
Расчетная формула $C_p = \frac{\sum_{j=1}^n C_j \times k_{рем} \times t_{ук}}{F_{го} \times k_3 \times 60}$	5,5

Таблица 34 - Итоговые текущие затраты по сравниваемым вариантам сварки

Наименование	Механизированная в защитном газе
1. Сварочные материалы Электроды	-

Защитный газ	0,6
Сварочная проволока	47,5
2. Основная зарплата	32
3. Социальные цели	9,6
5. Электроэнергия	1161
6. Ремонт	5,5
Итого	1256,2

Изготовление приспособления для сварки контрольных соединений нам обходится в 1256,2 руб/изд и годовой экономический эффект от применения данного способа изготовления составляет 289133 руб/год.

4.3 Экономическая оценка эффективности инвестиций

В процессе производства сварной конструкции возникает потребность в инвестициях (приобретения соответствующего оборудования).

Необходимо оценить экономическую выгоду данного предложения с учётом полученных инвестиций. Когда возникает вторая ситуация, то появляется необходимость в инвестициях. Экономическая эффективность предлагаемых решений будет сводиться к экономической оценке инвестиций. В соответствии с основами стандарта экономической оценки инвестиций, оценка инвестиций осуществляется путем расчета четырех показателей:

- NPV – чисто текущая стоимость;
- PP – срок окупаемости;
- IRR – внутренняя ставка доходности;
- PI – индекс доходности.

Данный показатель характеризует эффективность инвестиции в абсолютном выражении. Он показывает насколько прирастут доходы предприятия в результате замены существующего процесса на предлагаемый.

Оценку инвестиций в новый процесс следует признать оправданной, если $NPV > 0$.

Количественно показатель NPV может быть установлен по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{(\Delta\Pi_{qt} + \Delta C_{at})}{\left(1 + \frac{i}{100}\right)^t} - I_0, \quad (30)$$

где n – продолжительность расчетного периода, в течение которого предприятие может воспользоваться результатами функционирования предлагаемого (нового) процесса (в дипломной работе величину n можно принять 5 годам);

$\Delta\Pi_{ч_t}$ – изменение чистой прибыли, получаемой в t -м году, руб/год;

ΔC_{a_t} – изменение амортизационных отчислений в t -м году, руб/год;

I_0 – инвестиции, осуществляемые в начальный момент ($t = 0$);

i – ставка дисконтирования, учитывающая плату за привлечение финансовых ресурсов (в дипломной работе в качестве источника финансирования можно предусмотреть собственные средства предприятия, для которых ставка дисконтирования равна примерно 10%).

Изменение чистой прибыли, получаемой в t -м году, определяется по формуле:

$$\Delta\Pi_{ч_t} = \left(\overline{\Delta C}_t \times Q_{Г_t} - \Delta C_{a_t} \right) \times (1 - N_{\text{пр}}), \quad (31)$$

где $\overline{\Delta C}_t$ – изменение текущих расходов в t -м году, руб/год;

$Q_{Г_t}$ – годовой объем производства продукции, в t -м году;

ΔC_{a_t} – изменение амортизационных отчислений в t -м году, руб/год;

$N_{\text{пр}}$ – ставка налога на прибыль ($N_{\text{пр}} = 24\%$).

Изменение амортизационных отчислений в t -м году представляет собой разность затрат на амортизацию основных средств, занятых по существующему и предлагаемому варианту в соответствующем году

$$\Delta C_{a_t} = C'_{a_t} - C''_{a_t}, \quad (32)$$

где C'_{a_t} и C''_{a_t} – затраты на амортизацию соответственно по существующему и предлагаемому процессами, руб/год.

Поскольку для сварочного оборудования срок полезного использования устанавливается в интервале 5–7 лет, то можно

предположить, что по существующему процессу основные средства себя полностью амортизировали, т.е. $C'_a = 0$.

Затраты на амортизацию оборудования:

$$C_a = 189000 / 5 = 37800 \text{ руб/год.}$$

Расчет чистой текущей стоимости представим в виде таблицы 35.

Таблица 35 – Расчет чистой текущей стоимости

Наименование показателей	Расчетный период, годы					
	0	1	2	3	4	5
1. Коэффициент загрузки	0	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
2. Годовой объем производства Q_T , м/год	0	5375	6450	7526	7942	10751
3. Удельная экономия на текущих издержках $\overline{\Delta C}_t$, руб./м	0	287,9	287,9	287,9	287,9	287,9
4. Годовая экономия на текущих издержках, руб/год ($C_2 \cdot C_3$)	0	1547463	1856955	2166735	2286502	3095213
5. Амортизация ΔC_a , руб./год	0	37800	37800	37800	37800	37800
6. Изменение годовой прибыли ($C_4 - C_5$), руб/год	0	1509663	1819155	2128935	2248702	3057413
7. Налог на прибыль (20% от C_6), руб./год	0	301933	363831	425787	449740	611483
8. Изменение чистой прибыли, руб./год ($C_6 - C_7$)	0	1207730	1455324	1703148	1798961	2445930
9. Чистый денежный поток от операционной деятельности, руб/год ($C_5 + C_8$)	0	1245530	1493124	1740948	1836761	2483730
10. Инвестиции, руб.	-189000	-	-	-	-	-
11. Коэффициент дисконтирования, при $i = 10\%$	1,0	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621

12. Дисконтированный денежный поток (C9 + C10)C11	-189000	1132187	1233320	1307452	1254508	1542397
13. Накопленный дисконтированный денежный поток	-189000	943187	2176507	3483959	4738467	6280864

Чистая текущая стоимость равняется:

$$NPV = \left[\frac{1132187}{(1+0,1)^1} + \frac{1233320}{(1+0,1)^2} + \frac{1307452}{(1+0,1)^3} + \frac{1254508}{(1+0,1)^4} + \frac{1542397}{(1+0,1)^5} \right] - 189000 = 6280864 \text{ руб.}$$

Расчет срока окупаемости осуществляем по формуле:

$$n_{ок} = n + (D_n / D_{n+1}), \quad (33)$$

где n – расчетное значение срока окупаемости;

D_n – непокрытая часть накопленного денежного потока в год n ;

D_{n+1} – денежный поток в году $n+1$, направленный на возмещение непокрытой части данного потока.

$$n_{ок} = 0 + (189000 / 1132187) = 0,2 \text{ года.}$$

Расчет индекса доходности проведем по формуле:

$$PI = 1 + (NPV / I_0) = (6280864 / 189000) + 1 = 34$$

Формально проект признается эффективным если $PI > 1.0$, построим график окупаемости.

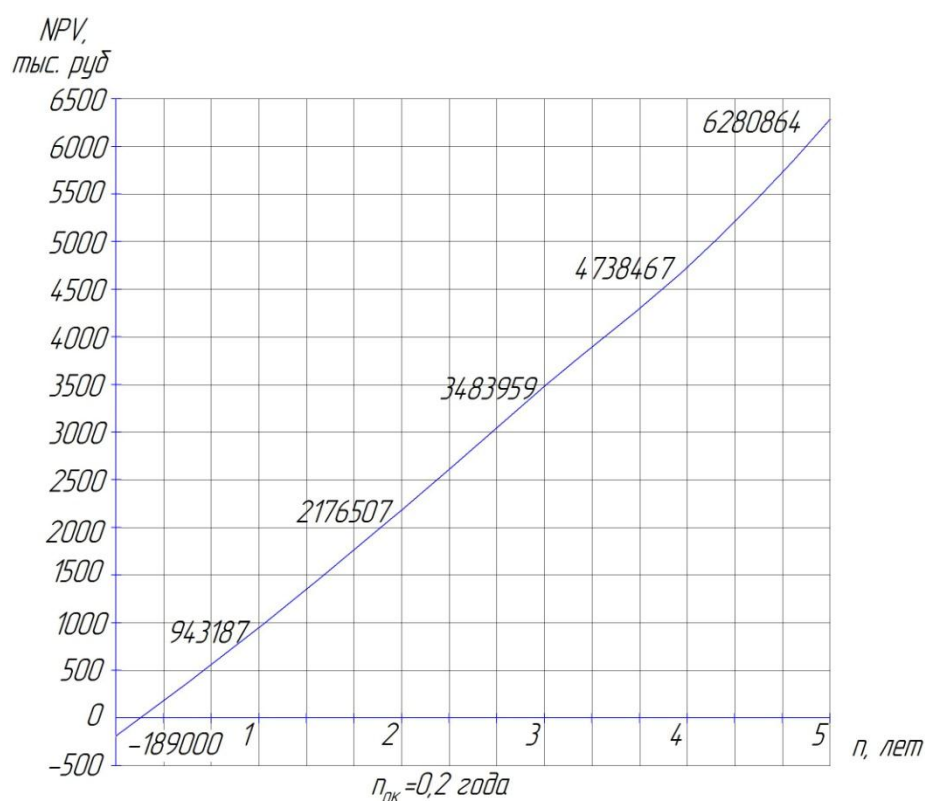


Рисунок 5 – График срока окупаемости инвестиционных затрат

Проведен технико–экономический анализ процесса сварки приспособления для сварки контрольных образцов.

По затратам сварка одного изделия в среде защитных газов обходится 1256,2 руб/изд, а годовой экономический эффект от применения данного приспособления составляет 289133 руб/год.

Учитывая условия когда необходимо привлечение инвестиций на приобретение соответствующего оборудования, использование механизированной сварки в среде углекислого газа тоже выгодно. Так как срок окупаемости при ставке дисконтирования $i = 10\%$, $PP = 0,2$ года. Чисто текущая стоимость $NPV > 0$, что говорит о том, что доходности при внедрении этого проекта в рассматриваемый период (5 лет) очень высокая. Индекс доходности при ставке дисконтирования $i = 10\%$, $PI = 34$, а проект считается эффективным, если $PI > 1,0$.

Из показателей экономической оценки инвестиций можно сделать вывод, что применений механизированной сварки в среде углекислого газа для изготовления приспособления выгодно.

5 Социальная ответственность

5.1 Производственная безопасность

Общий размер сварочного отделения ГАЦ ЗСР «НАКС» составляет 120 м². Рабочее место на сварочном участке по проведению аттестации, составляет 5 м². Следует отметить, что площадь одного рабочего места сварщика не должна быть меньше 4,5 м².

Техническое оснащение включает в себя следующее оборудование: сварочный полуавтомат Сварог MIG 350.

5.1.1 Опасные производственные факторы при сварке

К опасным производственным факторам относятся воздействие электрического тока, искры и брызги, выбросы расплавленного металла и шлака; возможность взрыва баллонов и систем, находящихся под давлением; движущиеся механизмы и изделия [20].

Неправильная эксплуатация электрооборудования может привести к поражению электрическим током. Применение открытого газового пламени, открытых дуг и струй плазмы, наличие искр, брызг и выбросов расплавленного металла и шлака при сварке создают возможность ожогов и повышают опасность возникновения пожара. Опасность создают использование при сварке и резке горючих газов и кислорода, а также эксплуатация сосудов, работающих под давлением.

Движущиеся машины и механизмы изделия при отсутствии защитных устройств могут привести к травмированию рабочих [20].

5.1.2 Вредные производственные факторы

К вредным производственным факторам при сварке относятся: повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемых изделий; электромагнитные поля; ионизирующие излучения; шум; ультразвук; статическая нагрузка на руку.

При сварке в зону дыхания рабочих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твердой фазы окислы различных металлов (марганца, хрома, никеля, меди, алюминия, железа и др.), их окислы и другие соединения, а также токсичные газы (окись углерода, озон, фтористый водород, окислы азота и др.). Количество и состав сварочных аэрозолей, их токсичность зависят от химического состава сварочных материалов и свариваемых металлов, вида технологического процесса. Воздействие на организм выделяющихся вредных веществ может явиться причиной острых и хронических профессиональных заболеваний и отравлений [21].

Интенсивность излучения сварочной дуги в оптическом диапазоне и его спектр зависят от мощности дуги, применяемых материалов и защитных газов. При отсутствии защиты возможны поражения органов зрения и ожоги кожных покровов.

5.1.3 Мероприятия по устранению опасных и вредных факторов

При выборе технологического процесса следует отдавать предпочтение тому, при котором будет обеспечена большая безопасность труда. Необходимо использовать сварочные материалы, которые выделяют вредные вещества в ограниченном количестве. Не допускается использование сварочных материалов, не прошедших гигиеническую оценку.

При проектировании и эксплуатации предприятий со сварочным производством должны быть приняты меры по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, в первую очередь по уничтожению вредных и опасных производственных факторов, а если ликвидация вредных и опасных факторов затруднена технически или экономически, по их нейтрализации и защите от них [22].

Санитарно-гигиенические условия и обязательные мероприятия по охране труда в сварочном производстве регламентируются «Системой стандартов безопасности труда», «Строительными нормами и правилами» (СНиП), правилами техники безопасности и производственной санитарии, различными инструкциями, указаниями и другими документами.

Все лица, поступающие на работу, связанную с электросваркой, должны проходить предварительные и периодические медицинские осмотры.

Кожу защищают обычной рабочей одеждой, лицо и часть шеи - щитком или шлемом. Глаза защищаются специальными темными стеклами - светофильтрами, которые вставляют в щиток или шлем. Эти стекла совсем не пропускают ультрафиолетовые лучи, а инфракрасные пропускают в пределах от 0.1 до 4 %, что не оказывает вредного влияния на зрение сварщика.

Помимо ожогов лучами электрической дуги, сварщику могут быть причинены ожоги брызгами расплавленного металла. Чтобы избежать ожогов, необходимо надевать рабочую одежду из плотной брезентовой материи. Одежда не должна иметь складок. Брюки надо носить только на выпуск [22].

При выполнении сварочных работ по изготовлению приспособления в результате выгорания элементов легирования повышается загазованность рабочего места для предотвращения этого необходимо устанавливать устройства вытяжной вентиляции в зоне дыхания сварщика. Выбрасывать воздух нужно за пределы рабочих зон. Для удаления газов и пыли применяется как местная вентиляция рабочего места, так и приточно-вытяжная вентиляция всего помещения. Приточный воздух должен поступать рассеяно в рабочую зону помещений, а также там, где вытяжная вентиляция осуществляется посредством местных отсосов. Скорость движения воздуха на рабочих местах должна быть не более 0.3 м/с согласно [22].

Во всех производственных помещениях, в которых постоянно пребывают люди, должно быть предусмотрено естественное освещение. При недостаточности естественного освещения в дневное время, применяют искусственное освещение. Общее освещение может быть равномерным или локализованным.

5.1.4 Воздушная среда и микроклимат. Вентиляция

Нормы производственного микроклимата установлены систем» стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [26]. В этих нормах отдельно нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость воздуха в зависимости от способности человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производственной работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

Вредными основными веществами, выделяющимися при сварке сталей, являются: окись углерода, хром, марганец и фтористые соединения. В таблице 36 представлены классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей [20].

Таблица 36- Классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей [20]

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние
Марганец	0,05	1	аэрозоли
Хром	0,1	1	аэрозоли
Фтор. соед.	0,5	2	аэрозоли
Окись углерода	20	4	пары или газы

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 [26] предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений не должна превышать величин, указанных в таблице 36.

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

Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ, должна соответствовать нормам, приведенным в таблице 37.

Таблица 37 - Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ [20]

Процесс	V, м/с
Сварка ручная	>0,5
Сварка в защитных газах	<0,3

Количество вредных веществ, локализуемых местными отсосами составляет для вытяжных шкафов не более 90%, а для местных отсосов других видов не более 75%. Оставшиеся количество вредных веществ (10 - 20%) должно разбавляться до ПДК с помощью общеобменной вентиляции [20].

В нашем случае рабочее место сварщика по ПДК, относится к 2 классу опасности.

5.1.5 Электробезопасность

Причинами электротравматизма являются [21]:

- появление напряжения там, где его в нормальных условиях быть не должно (на корпусах оборудования, на металлических конструкциях сооружений и т.д.); чаще всего это происходит вследствие повреждения изоляции;

- возможность прикосновения к незаземленным токоведущим частям при отсутствии соответствующих ограждений;

- воздействие электрической дуги, возникающей между токоведущей частью и человеком в сетях напряжением выше 1000 В, если человек окажется в непосредственной близости от токоведущих частей;

- прочие причины: несогласованные и ошибочные действия персонала, подача напряжения на установку, где работают люди, оставление установки под напряжением без надзора, допуск к работам на отключенном электрооборудовании без проверки отсутствия напряжения и т.д.

Основными мерами защиты от поражения электрическим током являются:

- обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, для случайного прикосновения, что достигается изоляцией токоведущих частей;

- устранение опасности поражения при появлении напряжения в корпусе, кожухе и других частях машины для дуговой сварки плавлением, что достигается использованием двойной изоляции, а также применением защитного заземления;

- работа без заземления корпуса категорически запрещается. Во время работы необходимо систематически проверять надежность заземления. Для быстрого отключения от сети необходимо обеспечить легкий доступ к рубильникам, кнопкам и другим отключающим устройствам.

Проведем расчет защитного заземления для оборудования, которое работает под напряжением 380 В. Для заземления используем трубы диаметром 45 мм с толщиной стенки равной 2,5 мм и длиной 2,7 метра, и полосовую сталь сечением 48x4 мм. Заземлители разместим в ряд. Характер грунта в месте установления заземлителей – суглинок [23].

В соответствии с рекомендацией трубчатые заземлители устанавливаем в земле на глубину (от поверхности земли до верхнего конца трубы) равную 80 см, а величину расстояния между трубами принимаем равной трем длинам заземлителя ($a = 8,1$ м). верхние концы заземлителя соединены с помощью полосовой стали. Схема установки приведена на рисунке 6.

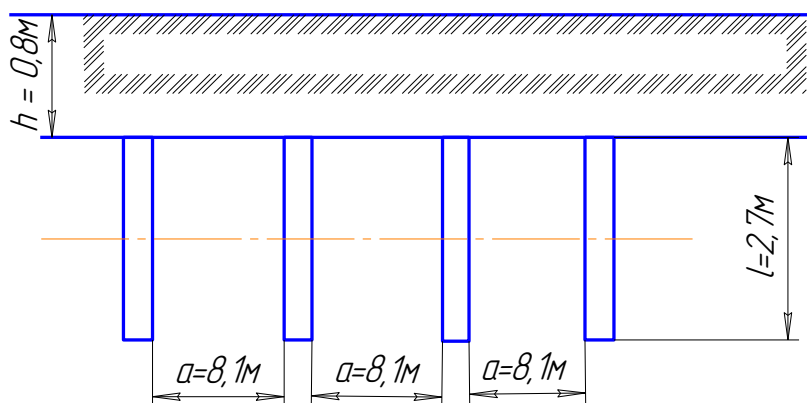


Рисунок 6 - Расчет защитного заземления

По нормам для нашего случая допускаемое сопротивление заземлителей не более 4 Ом, а удельное сопротивление грунта (суглинок) составляет $\rho_r = 1 \times 10^4$ Ом.

Учитывая возможное промерзание грунта зимой и просыхание летом, определим расчетные значения удельного сопротивления грунта для полосы $\rho_{п}$ и для электродов $\rho_{э}$, которые определяются по формулам:

$$\rho_{э} = \rho_r \times K_{э}, \quad (34)$$

$$\rho_{п} = \rho_r \times K_{п}, \quad (35)$$

где $K_{э}$, $K_{п}$ – повышающие коэффициенты для соответствующей климатической зоны.

Принимаем $K_{э} = 1,9$ и $K_{п} = 4,5$

Подставляя эти значения в формулу мы получим:

$$\rho_{э} = 1 \times 10^4 \times 1,9 = 1,9 \times 10^4 \text{ Ом см,}$$

$$\rho_{п} = 1 \times 10^4 \times 4,5 = 4,5 \times 10^4 \text{ Ом см.}$$

Сопротивление растеканию одной забитой в землю трубы $R_{э}$ (Ом) определяется по формуле:

$$R_{э} = \frac{\rho_{э}}{2\pi\lambda} \left(\ln \frac{2\lambda}{d} + 0,5 \ln \frac{4h + \lambda}{4h - \lambda} \right), \quad (36)$$

$$R_{э} = \frac{1,9 \times 10^4}{2 \times 3,14 \times 270} \left(\ln \frac{2 \times 270}{4,5} + 0,5 \ln \frac{4 \times 215 + 270}{4 \times 215 - 270} \right) = 58,2$$

При вычислении по приближенной формуле:

$$R_{э} = 0,00302 \times \rho_{э} = 0,00302 \times 1,9 \times 10^4 = 58,1 \text{ Ом}$$

Принимаем $R_{э} = 58,2$ Ом.

Потребное число трубчатых заземлителей определяется по формуле:

$$n = \frac{R_{э}}{r_c}, \quad (37)$$

$$n = \frac{58,2}{4} = 14,55 \text{ шт}$$

Учитывая, что трубы соединены заземляющей полосой, которая выполняет роль заземлителей, уменьшим полученное число труб до 12 штук.

Длина соединительной полосы определяется по формуле:

$$l_n = 1.05 \times a \times (n - 1), \quad (38)$$

$$l_n = 1.05 \times 8,1 \times (12 - 1) = 93,55 \text{ м.}$$

Сопротивление соединительной полосы определяется по формуле:

$$R_l = \frac{\rho_l}{2 \times \pi \times \lambda_l} \times l_n \frac{2 \times \lambda_l^2}{n i \times b}, \quad (39)$$

$$R_l = \frac{4.5 \times 10^4}{2 \times 3.14 \times 9355} \times l_n \frac{9355^2}{80 \times 4} = 100 \text{ м}$$

Результирующее сопротивление растеканию системы с учетом коэффициента использования труб ($\eta_s = 0.82$) и полосы ($\eta_n = 0.76$) определяется по формуле:

$$R_N = \frac{R_y \times R_l}{R_y \times \eta_l + R_l \times \eta_l \times n}, \quad (40)$$

$$R_N = \frac{58.2 \times 10}{58.2 \times 0.76 + 10 \times 0.82 \times 12} = 4 \text{ Ом.}$$

Полученная величина удовлетворяет нормам.

Все оборудование сварочных участков должно соответствовать «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ) [27] и действующим ГОСТ 12.1.007.0–75 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование электрическое. Общие требования безопасности» [28] и ГОСТ 12.2.007.8–75 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование электросварочное и для плазменной обработки. Требования безопасности» [29], а его эксплуатация – «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей». Кроме того, следует выполнять указания по эксплуатации и безопасному обслуживанию электросварочных установок, имеющих в инструкциях заводов изготовителей.

Исход воздействия тока зависит от ряда факторов, в том числе от значения и длительности протекания тока через тело человека. (Чем больше ток и продолжительнее его действие, тем больше вероятность тяжелого или

смертельного исхода), рода и частоты тока (постоянный ток примерно в четыре-пять раз безопаснее переменного тока с частотой 50 Гц) и индивидуальных свойств человека. Производственное помещение, в котором размещается сварочное оборудование, из-за наличия токопроводящего железобетонного пола и металлической пыли, образующейся в результате плавления, относится к особо опасным.

Обслуживание электроустановок поручается лицам, прошедшим медицинский осмотр и специальное обучение. Каждый работник обязан знать, как оказать первую помощь пострадавшему от действия электрического тока.

5.1.6 Пожарная безопасность

Пожары на предприятиях и монтажных площадках представляют большую опасность для работающих и могут причинить огромный материальный ущерб [25].

Опасными и вредными факторами пожара, воздействующими на людей, являются: открытый огонь, повышенная температура окружающей среды и предметов, токсичные продукты горения, дым, пониженная концентрация кислорода, падающие части строительных конструкций; при взрыве – ударная волна, разлетающиеся части и вредные вещества.

Причины возникновения пожаров в сварочных цехах и монтажных площадках предприятий следующие:

- нарушение технологического режима;
- неисправность электрооборудования;
- самовозгорание промасленной ветоши и других материалов, склонных к самовозгоранию;
- искры при электросварочных работах;
- несоблюдение графика планового ремонта, износ и коррозия оборудования;

- реконструкция установок с отклонением от технологических схем.

Основы противопожарной защиты предприятий определены стандартами ГОСТ 12.1.004–76 «Пожарная безопасность» [30] и ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность. Общие требования» [31]. Этими стандартами возможная частота пожаров и взрывов допускается такой, чтобы вероятность их возникновения в течение года не превышала 10^{-6} или чтобы вероятность воздействия вредных факторов на людей в течение года не превышала 10^{-6} .

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики. Понятие пожарной профилактики включает комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий. Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, режимные и эксплуатационные здания в сварочном производстве относятся ко второй степени огнестойкости сооружений, к категории Г.

Для быстрой ликвидации пожара вблизи сварочного места всегда должны быть ящик с песком и лопата, а также ручной огнетушитель. Огнетушители, применяемые при тушении пожара на участках с электроустановками, должны быть углекислотными. На участке, в специально оборудованных местах, должно находиться не менее двух огнетушителей ОУ – 5.

Пожарные краны, рукава, стволы, огнетушители и другие средства пожаротушения, необходимо содержать в исправности и хранить в определенных местах.

5.2 Экологическая безопасность

Загрязнение окружающей среды промышленными предприятиями связано в большей степени с загрязнением воды, используемой для различных целей производства (для охлаждения оборудования, для термической обработки изделий и др.) и атмосферы.

Поэтому мероприятия по повышению экологической чистоты производства можно разделить на следующие группы:

- охрана и рациональное использование водных ресурсов;
- охрана и рациональное использование воздушного бассейна.

Первая группа мероприятий направлена на создание сооружений по очистке сточных вод и применения систем оборотного водоснабжения. Вторая группа мероприятий связана с сооружением установок, для очистки воздуха, удаляемого вытяжкой вентиляцией из цехов промышленных предприятий.

Одним из наиболее совершенных видов очистки газов от взвешенных в них частиц пыли являются электрофильтры. Их принцип основан на ударной ионизации газа в зоне коронирующего заряда, передачи заряда ионов частицам примесей и осаждении последних на осадительных и коронирующих электродах, с которых они затем удаляются механически. Также широкое применение для очистки газов от частиц пыли получили сухие пылеуловители – циклоны [20].

Для очистки технологических и вентиляционных выбросов от газов и паров применяют адсорберы. Адсорбция представляет собой процесс поглощения газов или паров поверхностью твердых веществ – адсорбентов. В качестве адсорбентов (поглотителей) применяют такие вещества, как глинозем, силикогель, активированный уголь и др.

При разработке и внедрении технологических процессов предпочтение должно отдаваться безотходным и малоотходным технологиям.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – это совокупность исключительных обстоятельств, сложившихся в определенной зоне в результате чрезвычайного события техногенного, антропогенного и природного характера.

Чрезвычайные ситуации разделяют на чрезвычайные ситуации мирного и чрезвычайные ситуации военного времени.

К чрезвычайным ситуациям мирного времени относятся транспортные аварии и катастрофы, аварии с выбросом сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ), аварии с выбросом радиоактивных веществ, аварии с выбросом биологически опасных веществ, внезапные обрушения, наводнения, землетрясения и др.

Чрезвычайные ситуации военного времени возникают в результате применения противником современных средств поражения, к которым относят оружие массового поражения (ядерное, химическое, биологическое) и современные обычные виды оружия, приближающиеся по своим поражающим факторам к ОМП [22].

Своевременное оповещение населения, организаций, органов управления о возникновении чрезвычайных ситуаций, как в мирное, так и в военное время, его достоверность и четкость, является одной из важнейших задач гражданской обороны (ГО).

Основными принципами защиты при чрезвычайных ситуациях являются:

- укрытие населения в защитных укрытиях ГО (специальных убежищах, противорадиационных укрытиях) и других сооружениях, приспособленных для этих целей в конкретной ситуации (метро, подземные выработки, подземные пространства городов и др.);

- эвакуация населения из зон возможных стихийных бедствий, аварий, катастроф или при угрозе их возникновения, из зон национальных конфликтов и в военное время, рассредоточение рабочих и служащих предприятий, продолжающих свою производственную деятельность в зонах возможных сильных разрушений и эвакуация всего остального населения из этих зон в загородную зону;

- использование средств индивидуальной защиты (СИЗ) и медицинских средств защиты (МСЗ).

Таким образом, защита населения и хозяйства достигается путем сочетания комплекса основных способов защиты (укрытие, эвакуация, применение СИЗ и МСЗ).

Организация и осуществление мероприятий противорадиационной, противохимической защиты населения возлагается на службу противорадиационной и противохимической защиты (ПР и ПХЗ), противобактериологической – на медицинскую службу ГО [22].

Эти службы обязаны: организовать радиационное, химическое и бактериологическое наблюдение, разведку и лабораторный контроль за соответствующими видами заражения и дозиметрический контроль облучения людей; обеспечить проведение санитарно-гигиенических, профилактических и противоэпидемических мероприятий; предотвратить потребление зараженного продовольствия и воды, обеспечить их обеззараживание; обеспечить правильное хранение, своевременную выдачу и надежное использование СИЗ и МЗС.

Решение вопросов защиты населения от всех видов заражения зависит также от тесного взаимодействия указанных служб с другими службами ГО, в том числе, инженерной службы, службой убежищ и укрытий и др., так как защита населения зависит не только от своевременного обнаружения и оповещения о заражении или угрозе заражения, но и от умелого использования средств индивидуальной и коллективной защиты, других организационных и инженерно-технических мероприятий, осуществляемых в интересах защиты населения.

Поэтому противорадиационная, противохимическая и противобактериологическая защита населения представляет собой сложный комплекс мероприятий, средств и способов защиты, осуществляемый с целью защиты населения от воздействия СДЯВ, ОВ, РВ в экстремальных ситуациях мирного и военного времени [22].

Противорадиационная, противохимическая и противобактериологическая защита населения основывается на принципах

изоляции органов дыхания и тела человека от вредных агентов, находящихся в окружающем воздухе (СДЯВ, ОВ, ВС и радиоактивной пыли) или фильтрации зараженного воздуха средствами защиты. Защита от внешнего гамма и нейтронного излучения строится на принципах поглощения и экранизации ионизирующих излучений защитными сооружениями, производственными, жилыми и другими помещениями.

На предприятиях, производственная деятельность, которых должна продолжаться в условиях радиоактивного, химического и бактериологического заражения, проводится герметизация основных производственных зданий и сооружений путем устройства тамбуров, герметизацией дверей, оконных и технологических проемов. В системах приточно-вытяжной вентиляции устанавливают фильтры и герметические задвижки, устанавливают устройства для обеззараживания воды, поступающей на хозяйственные, бытовые и производственные нужды. Создают запасы СИЗ, дезактивирующих и дезинфицирующих веществ, подготавливают технические средства для их применения [22].

Ликвидацию чрезвычайных ситуаций осуществляют силами и средствами организаций, органами местного самоуправления, органами исполнительной власти субъектов РФ, на территории которых сложилась чрезвычайная ситуация. При недостаточности этих сил и средств в установленном законодательством РФ порядке, привлекают силы и средства федеральных органов исполнительной власти.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовую основу обеспечения безопасности жизнедеятельности составляют соответствующие законы и подзаконные акты, принятые представительными органами Российской Федерации (указы президента, постановления правительства РФ и входящих в неё государственных образований), местными органами власти и специально уполномоченными на то органами:

- Министерство природных ресурсов РФ;

- Государственный комитет РФ по охране окружающей среды;
- Министерство труда и социального развития РФ;
- Министерство здравоохранения РФ;
- Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, и их территориальные органы [24].

В основе нормативно - правовых актов в области безопасности жизнедеятельности лежат: Конституция РФ, Трудовой кодекс РФ, Кодекс "Об административных правонарушениях", Гражданский кодекс РФ, Федеральный закон "Об основах охраны труд в РФ", Основы законодательства об охране здоровья граждан, Закон РФ "О санитарно - эпидемиологическом благополучия населения".

Правовую основу охраны окружающей среды и обеспечения необходимых условий жизнедеятельности составляют: Закон РСФСР "Об охране окружающей природной среды", Водный кодекс РФ, Земельный кодекс РСФСР, законы РФ "О недрах", "Об экологической экспертизе", "Об охране атмосферного воздуха" [24].

В зависимости от области распространения всю документацию делят на:

- Межотраслевую
- Отраслевую
- Локальную (документацию предприятий)

Межотраслевые документы разрабатывают соответствующие организации и утверждает Министерство труда и социального развития РФ или Госстандарт России, а отраслевые - министерства, ведомства, органы Госнадзора России. Локальные документы по охране труда - инструкции, стандарты, разрабатывает и утверждает администрация предприятий совместно с профкомом.

Перечень видов нормативно-правовых актов, содержащих государственные нормативные требования безопасности труда, утвержден постановлением Правительства Российской Федерации (РФ) от 23.05.00 №

399-н содержит документы, приведенные в таблице 38.

Таблица 38 - Виды нормативно-правовых актов по охране труда [24]

Название документа	Обозначение документа
Межотраслевые правила по охране труда	ПОТ РМ
Межотраслевые типовые инструкции	ТИ РМ
Отраслевые инструкции по охране труда	ПОТ РО
Типовые отраслевые инструкции	ТИ РО
Правила безопасности	ПБ
Нормы радиационной безопасности	НРБ
Правила устройства и безопасной эксплуатации	ПУБ
Государственные стандарты системы стандартов безопасности труда	ГОСТ Р ССБТ
Строительные нормы и правила	СниП
Санитарные правила	СП
Санитарные нормы	СН
Санитарные правила и нормы	СанПиН
Правила устройства электроустановок	ПУЭ

Стандарты предприятия могут быть разработаны на систему управления охраной труда, на контроль охраны труда, на расследование травм и профзаболеваний, на проведение работ по нарядам - допускам и т.д.

Инструкции по охране труда могут быть разработаны как на отдельные виды работ, так и для рабочих отдельных видов профессий. Они разрабатываются на основе типовых инструкций (межотраслевых, отраслевых), требований безопасности, изложенных в эксплуатационной и ремонтной документации, с учетом условий производства.

Инструкции для рабочих разрабатывает руководитель работ, согласует ее с профкомом и утверждает ее у руководителя предприятия [24].

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы, было разработано универсальное приспособление для сборки и сварки контрольных сварных соединений, для проведения ПЭ при аттестации специалистов сварочного производства. Разработанная конструкция приспособления позволяет собирать, перемещать, устанавливать и выполнять сварку образцов в любом пространственном положении, с минимальными усилиями и затратами времени при выполнении работ.

По результатам, показателей экономической оценки инвестиций и достоинств приспособления, его применение в работе аттестационного центра предпочтительней не только с экономической точки зрения, но и с точки зрения процесса организации работ.

Результаты проделанной работы показывают возможность использования данного приспособления для более быстрой и легкой сборки и сварки контрольных сварных соединений.

Исходя из выше перечисленного, планируется предложить ООО «ГАЦ ЗСР НАКС» изготовить данную конструкцию универсального приспособления с целью облегчения процесса организации проведения практического экзамена при аттестации сварщиков.

Список используемых источников

- 1 РД 34.10.124-94. Инструкция по подготовке и хранению сварочных материалов.
- 2 ГОСТ 31447-2012 Трубы стальные сварные для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Технические условия
- 3 ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки
- 4 Акулов А.И., Бельчук Г. А., Деменцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. М.: Машиностроение, 1977. -432 с.
- 5 Э.Л. Макаров. Сварка и свариваемые материалы. М.: Металлургия, 1991. – 527с.
- 6 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.2/ Под ред. А.И Акулова. 1978. 462с., ил.
- 7 И. Гривняк. Свариваемость сталей. М.: Машиностроение, 1984.- 215с.
- 8 ГОСТ 8050-64 Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия
- 9 Трущенко Е.А. Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008 - 41 с.
- 10 ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. соединения сварные. основные типы, конструктивные элементы и размеры
- 11 Электронный ресурс: <http://www.tiberis.ru/>
- 12 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.1/ Под ред. Н.А.Ольшанского. 1978. 504с., ил.
- 13 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./ Ред.С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.4/ Под ред. А.И.Акулова. 1978. 462с., ил.
- 14 Электронный ресурс: <http://www.tiberis.ru/>

15 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./ Ред. кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1979 - Т.3/ Под ред. В.А. Винокурова. 1979. 567с., ил.

16 РД 153-006-02 Руководящий документ. Инструкция по технологии сварки при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов

17 А.Д. Гитлевич и др. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах – М: Машгиз,1962.

18 Грачева К.А. Экономика, организация и планирование сварочного производства: Учебное пособие. М.: Машиностроение, 1984. - 368 с.

19 Прокофьев Ю.С. Организация планирование и управлением предприятием: Методические указания к выполнению курсовой работы. – Томск: изд. ТПУ, 1987. – 38с.

20 Белов С.В. Охрана окружающей среды.–М.: Высшая школа, 1983.–264с.

21 Долин П.А. Основы техники безопасности в электрических установках. М.: Энергия, 1990. – с.336.

22 Журавлев В.Г. Защита населения и территории в чрезвычайных ситуациях. М.: Высшая школа, 1990. – 376 с.

23 Елгазин В.И. Расчет защитного заземления.

24 Охрана труда в машиностроении // Под ред. Е.Я. Юдина.- М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.

25 Безопасность производственных процессов: справочник. С.В. Белов, В.Н. Бринза и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.

26 ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

27 ПУЭ Правилам устройства электроустановок

28 ГОСТ 12.1.007.0–75 Система стандартов безопасности труда. Оборудование электрическое. Общие требования безопасности

29 ГОСТ 12.2.007.8–75 Система стандартов безопасности труда. Оборудование электросварочное и для плазменной обработки. Требование безопасности

30 ГОСТ 12.1.004–76 Пожарная безопасность

31 ГОСТ 12.1.010-76 Взрывобезопасность. Общие требования

32 РД 153-39.4-056-00 Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов

33 СТО Газпром 2-2.2-136-2007 Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов. Часть I.

34 ГОСТ 8639-82 Трубы стальные квадратные. Сортамент

35 ГОСТ 16037-80 Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

36 ГОСТ 15150-69 Климатические исполнения

37 СНиП II-A.9-71 Строительные нормы и правила. Часть II, раздел А. Глава 9. Искусственное освещение. Нормы проектирования"(утв. Госстроем СССР 29.06.1971)

38 СНиП II-4-79 Естественное и искусственное освещение. Дата актуализации: 01.11.2014

39 ГОСТ 12.1.003-83* Шум. Общие требования безопасности

40 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки

41 ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

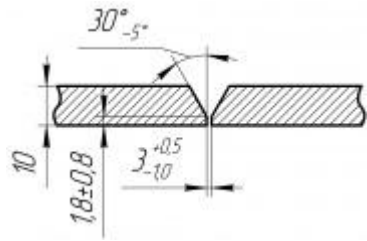
42 ГОСТ 12.1.019–79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

43 ГОСТ 12.1.010-76 Взрывобезопасность. Общие требования

Карта технологического процесса сварки (наплавки)
контрольного сварного соединения

<u>ФИО сварщика:</u>	<u>_____</u>	<u>Клеймо:</u>	<u>_____</u>
<u>Вид (способ) сварки:</u>	<u>МП</u>	<u>Основной материал (марка):</u>	<u>10Г2ФБЮ</u>
<u>Наименование НД (шифр):</u>	<u>РД-25.160.00-КТН-037-14</u>		
<u>Тип шва:</u>	<u>СШ</u>	<u>Типоразмер, мм</u>	
<u>Тип соединения (по НД):</u>		<u>диаметр:</u>	<u>530</u>
<u>Положение при сварке:</u>	<u>В2</u>	<u>толщина:</u>	<u>10</u>
<u>Вид соединения:</u>	<u>ос/бп</u>	<u>Способ сборки:</u>	<u>на центраторе</u>
<u>Присадочные материалы (марка, стандарт, ТУ):</u>	<u>Super Arc L.56</u>	<u>Требования к прихватке:</u>	<u>количество – от 3 до 4 штук;</u> <u>длина – 60-100 мм.</u>
<u>Сварочное оборудование:</u>	<u>- Invertec STT-II</u>		

Эскиз контрольного сварного соединения

<u>Конструкция соединения</u>	<u>Конструктивные элементы шва</u>	<u>Порядок сварки</u>
		 <p>• - Начало сварки слоя → - Окончание сварки слоя</p>

Технологические параметры сварки

<u>Номер валика (шва)</u>	<u>Способ сварки</u>	<u>Диаметр электрода или проволоки, мм</u>	<u>Род и полярность тока</u>	<u>Сила тока, А</u>	<u>Скорость подачи проволоки, м/ч</u>	<u>Расход защитного газа, л/мин</u>
прихватки	МП(STT)	1,14	пост. обратная	400-420(45-55)	90-160 дюйм/мин	10-16
1	МП(STT)	1,14	пост. обратная	400-420(45-55)	90-160 дюйм/мин	10-16

Дополнительные технологические требования по сварке

сварка корня шва:

1. Вылет электродной проволоки при сварки корневого шва должен составлять от 10 до 15 мм. Допускается вылет до 20 мм,
2. Значение параметра горячего старта 1,5-3,0.
3. В положении 0.00-1.00 (1.30) час сварка осуществляется с небольшими поперечными колебаниями без задержки на кромках. В положении 1.00(1.30) - 6.00 час сварка осуществляется без поперечных колебаний.
4. Зачистить до чистого металла кромки и прилегающие к ним внутреннюю и наружную поверхности труб на ширину не менее 15 мм.
5. Удалить усиление наружных продольных швов до величины от 0 до 0,5 мм на участке шириной от 10 до 15 мм от торца трубы.
6. Контрольный образец должен иметь в каждом слое не менее одного прерывания процесса сварки с последующим возобновлением в этом месте.
7. Зажигание дуги необходимо производить в разделке шва или на наплавленном металле. Зажигать дугу на основном металле запрещается.
8. Зажигание дуги необходимо производить в разделке шва или на наплавленном металле. Зажигать дугу на основном металле запрещается.
9. Запрещается выполнение ремонта корневого слоя шва с применением шлифования и (или) сварки.
10. Если кем либо из представителей аттестационной комиссии будет обнаружено нарушение требований данной технологической карты – КСС снимается с аттестации.

Требования к контролю качества контрольных сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД	Объем контроля (% , количество образцов)
Визуальный и измерительный	РД 03-606-03, РД-25.160.00-КТН-016-15	100%
Радиографический	ГОСТ7512-83, РД-25.160.00-КТН-016-15	100%
Ультразвуковой	ГОСТ 14782-86, РД-25.160.00-КТН-016-15	100%
Испытание на статический изгиб	ГОСТ 6996-66, РД-25.160.00-КТН-037-14	8 шт

**Карта технологического процесса сварки
контрольного сварного соединения**

ФИО сварщика(ов):

Способ сварки: РД

Наименование НД по сварке: СТО Газпром 2-2.2-136-2007

Тип шва: стыковой (СШ)

Тип соединения (по НД): стыковое, Тр-5

**Положение при сварке: В1-вертикальное снизу
вверх**

Вид соединения: ос(бп)

**Сварочные материалы электроды типа Э50А
(ЛБ-52У, ОК 53.70)**

Сварочное оборудование: IDEALARC DC-400

Клеймо(а):

**Основной материал
(марка): М01 (Класс
прочности до К54
включительно)**

Типоразмер, мм

диаметр: 530

толщина: 16

**Способ сборки и
требования к**

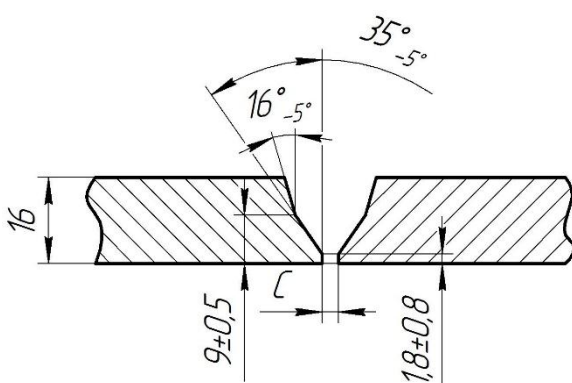
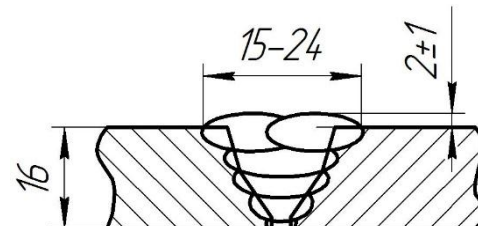
прихватке:

**внутренний центратор;
без прихваток**

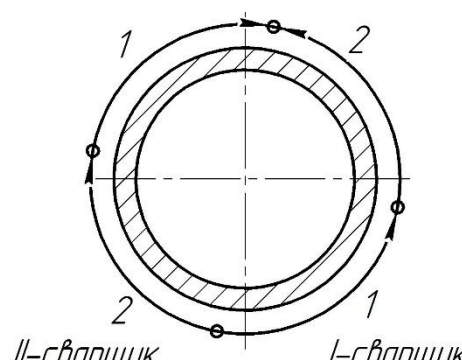
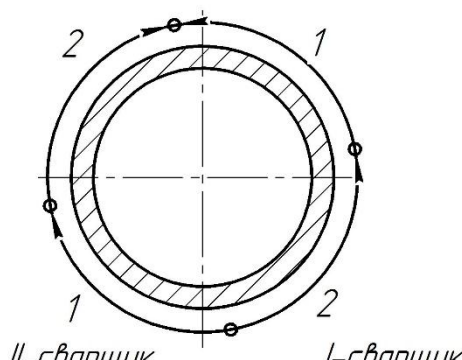
Требования к подготовке свариваемых кромок: свариваемые кромки и прилегающие к ним внутренние и наружные поверхности свариваемых элементов должны быть зачищены механическим способом на ширину не менее 15 мм. Усиления заводских швов снаружи обечаек должны быть удалены механическим способом до остаточной величины от 0,5 до 1,0 мм на расстоянии от 10 до 15 мм от торцев.

Требования к сборке: при сборке заводские швы свариваемых обечаек следует смещать друг относительно друга на расстояние не менее 100 мм. Наружное смещение свариваемых кромок не должно превышать 2 мм.

Эскиз контрольного сварного соединения

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва
	
<p>$C=2,0-3,0$ мм при сварке корневого слоя шва электродами диаметром 2,6 мм; $C=2,5-3,5$ мм при сварке корневого слоя шва электродами диаметром 3,2 мм.</p>	

Порядок сварки

<p><i>Последовательность сварки первого слоя и всех последующих нечетных</i></p>	<p><i>Последовательность сварки второго слоя и всех последующих четных</i></p>
	

Технологические параметры сварки

Слои шва	Способ сварки	Диаметр электрода, мм	Род и полярность тока	Сила тока, А
Корневой	РД	2,6/3,2	Постоянный, обратная	70-90/80-110
1-й заполняющий		3,2		80-110
Последующие заполняющие		3,2/4		80-110/110-150
Облицовочный		3,2/4		80-110/110-150

Дополнительные технологические требования по сварке

Начинать сварку неповоротного стыка необходимо в потолочной части, отступая на 50-100 мм от нижней точки, и вести ее снизу вверх согласно приведенной схеме. Освобождать жимки внутреннего центриатора разрешается после завершения сварки всего

периметра корневого слоя шва. Места начала и окончания сварки каждого слоя сварного шва должны быть удалены от заводских сварных швов обечаек на расстояние не менее 50 мм. Места начала и окончания сварки каждого последующего слоя сварного шва должны быть смещены относительно мест начала и окончания сварки предыдущего слоя шва, при этом место начала сварки должно быть смещено на расстояние не менее 30 мм, место окончания сварки должно быть смещено на расстояние не менее 70 мм. Возбуждение и гашение дуги осуществлять в разделке кромок или на ранее наплавленном металле шва. Сварочный ток должен быть минимальным, обеспечивающим нормальное ведение сварки и стабильное горение дуги. После сварки каждого слоя, кроме облицовочного, шов зачищать от шлака и брызг металла. Выполненный шов должен перекрывать кромки обечаек на 1,5–2,5 мм. После сварки нанести клеймо несмываемым маркером на теле обечайки в непосредственной близости от шва.

Требования к контролю качества контрольных сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД	Объем контроля (% , количество образцов)
Визуальный и измерительный	СТО Газпром 2-2.4-083-2006	100%
Радиографический	СТО Газпром 2-2.4-083-2006	100%