

Реферат

Выпускная квалификационная работа 87 с., 5 рис., 34 табл., 32 источников, 12 листов демонстрационного материала (слайдов).

Ключевые слова: барабан реакционной печи А-17/3, технология ремонт, ручная дуговая сварка, автоматическая сварка в среде аргона, приспособление для сборки и сварки.

Объектом исследования является технология ремонта реакционной печи А-17/3

Цель работы – усовершенствование технологии ремонта реакционной печи А-17/3, путем применения специальных приспособлений, позволяющих увеличить точность и скорость проведения ремонтных работ.

В процессе выполнения дипломного проекта разработано приспособление для сборки и сварки обечайки печи, а также приспособление для сборки и сварки корпуса барабанной части реакционной печи.

Выпускная квалификационная работа инженера выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и графическом редакторе “КОМПАС-3D V16” и представлена на диске CD-RW (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 87 p., 5 fig., 34 tab., 32 sources, 12 sheets demonstration material (slides).

Keywords: drum reaction furnace A-17/3 technology repair manual arc welding, welding with argon, a device for assembly and welding.

The object of research is the technology of the reaction furnace repairs A 17/3

Purpose - improving the reaction furnace repair technology A-17/3 through the use of special tools allowing to increase the accuracy and speed of repairs.

In carrying out the graduation project developed a device for the assembly and welding of the shell of the furnace, as well as a device for the assembly and welding of the body portion of the reaction furnace drum.

Final qualifying work of the engineer made in Microsoft Word 2016 word processor and a graphics editor "KOMPAS-3D V16" and presented in CD-RW drive (in an envelope on the back cover).

Содержание

Введение.....	11
1 Общая часть	12
1.1 Описание сварной конструкции	12
1.2 Материал сварной конструкции	14
1.3 Оценка технологической свариваемости стали 06ХН28МДТ.....	15
1.4 Технологические особенности сварки стали 06ХН28МДТ заданной толщины	19
2 Обоснование выбора способа сварки.....	20
2.1 Обзор способов сварки данного вида изделия	20
2.2 Литературный обзор дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах	21
3 Выбор сварочных материалов.....	23
4 Расчет режимов сварки	26
4.1 Расчёт режимов и размеров шва дуговой сварки в защитном газе плавящимся электродом	26
5 Выбор источника питания сварочной дуги	31
5.1 Выбор оборудования для сварки в среде аргона плавящимся электродом	31
6 Технология изготовления	33
6.1 Общие требования.....	33
6.2 Заготовительные операции.....	34
6.3 Сборочно-сварочные операции	35
7 Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними	36
8 Технический контроль качества и исправление брака.....	38
8.1 Визуально-измерительный контроль	38
8.2 Капиллярный контроль.....	40
9 Общая характеристика механического оборудования необходимого для обеспечения технологичности процесса.....	45
10 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	47

10.1	Исходные данные для проведения сравнительного анализа	47
10.2	Достоинства и недостатки сравниваемых процессов производства.....	48
10.3	Сварочные материалы	48
10.4	Определение норм времени на сварку	49
10.7	Экономическая оценка сравниваемых способов сварки.....	53
10.5	Экономическая оценка эффективности инвестиций	57
11	Социальная ответственность.....	62
11.1	Производственная безопасность.....	62
11.1.1	Шумы и вибрации	62
11.1.2	Электробезопасность	63
11.1.3	Излучение сварочной дуги.....	66
11.1.4	Воздушная среда и микроклимат. Вентиляция.....	66
11.1.5	Пожарная безопасность	67
11.1.6	Электробезопасность	69
11.1.7	Расчет защитного заземления	70
11.1.8	Освещение.....	73
11.2	Экологическая безопасность.....	73
11.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	75
11.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	76
	Заключение	78
	Список используемых источников.....	79
	Приложение А – Комплект технологической документации.....	82
	Диск CD-R	На конверте на обороте обложки

ФЮРА. 760201.004 Презентация.

Файл Презентация Васильев.ppt в формате PowerPoint 2016

ФЮРА. 760201.004 Пояснительная записка.

Файл Диплом Васильев. docx в формате Word 2016

ФЮРА. 760201.004 Комплект документов.

Файл Комплект документов Васильев. cdw в формате КОМПАС V16

Графический материал:	
Титульный лист.	демонстрационный лист
Введение	демонстрационный лист
Общий вид реакционной печи А-17/3	демонстрационный лист
Эскиз части печи подлежащей ремонту	демонстрационный лист
Параметры основных и сварочных материалов конструкции	демонстрационный лист
Конструкция приспособления для сборки и сварки реторты	демонстрационный лист
Конструкция приспособления для сборки и сварки Реторты (вид сбоку)	демонстрационный лист
Конструкция приспособления ремонта корпуса барабанной части печи	демонстрационный лист
Конструкция приспособления ремонта корпуса барабанной части печи (вид сбоку)	демонстрационный лист
Экономическая часть	демонстрационный лист
Выводы	демонстрационный лист

Введение

Сегодня рынок химического оборудования весьма насыщен и разнообразен. Изучив статистические данные по объемам продаж можно заметить, как распределились места на современном рынке химического оборудования. На первом месте стоят печи из Германии и Швеции. На втором – итальянские, испанские, чешские и французские агрегаты. И на третьем – изделия из России, Украины и Белоруссии. Пока что отечественные производители не могут конкурировать с европейскими. Единственным конкурентным преимуществом остается цена, которая значительно ниже, чем зарубежные аналоги.

Несмотря на это отечественные производители предлагают огромный ассортимент моделей, но качество этих изделий все-таки уступает зарубежным аналогам.

В результате эксплуатации выходят из строя основные узлы печи, которые требуют капитального ремонта. Для того чтобы при ремонте печи не возникало деформаций и нарушения геометрических размеров, было предложено разработать приспособление для ремонта.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологии ремонта барабанной печи А-17/3

Для осуществления поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

- увеличить степень механизации ремонта;
- исключить риск возникновения отклонения от соосности поверхностей печи А-17/3;
- разработать приспособление для ремонта барабанной печи А-17/3;
- произвести подбор сварочных материалов, режимов и оборудования;
- провести технико-экономический анализ целесообразности применения приспособления при ремонте барабанной печи.

1 Общая часть

1.1 Описание сварной конструкции

А-17/3 - барабанная вращающаяся печь с подовым электрообогревом.

Предназначена для разложения шпата рабочей смесью кислот.

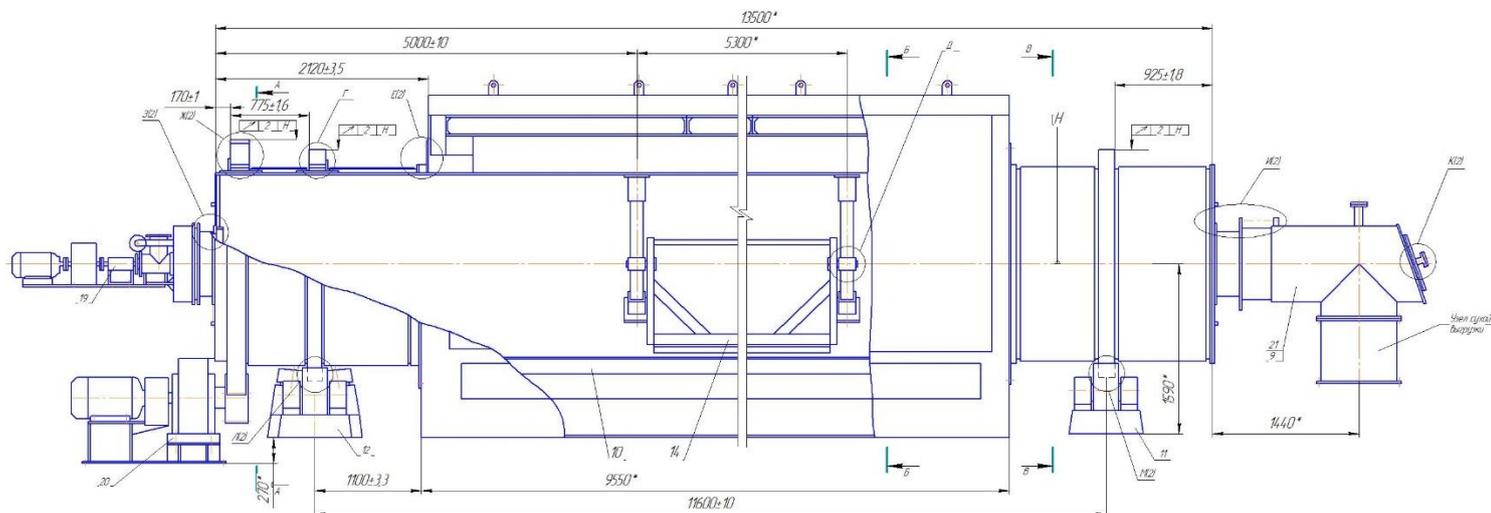


Рисунок 1 – Общий вид печи А-17/3

Исходные реагенты подаются в А-17 шнеком-смесителем. Скорость вращения - 50 об/мин, материал - сталь ЭИ-943, диаметр витков - 145 мм.

Длина барабана А-17/1 - 13000 мм, диаметр - 1800 мм, угол наклона - Г, скорость вращения - 1 об/мин.

Длина барабана А- 17/2 - 12500 мм, диаметр - 1200 мм, угол наклона - Г, скорость вращения - 1,2 об/мин.

Длина барабана А-17/3 - 13000 мм, диаметр - 1800 мм, угол наклона - 1 скорость вращения регулируется в пределах от 0 до 1 об/мин.

Вращение барабана А-17/3 при работе по направлению движения часовой стрелки (со стороны передней головки).

К передней лобовине барабана приварена образующая сальника (3), с которой сочленяется «юбка» (4), герметизированная сальниковым уплотнением (5), регулируемым положением грунд-буксы (6). В днище «юбки» размещены штуцера ввода кислоты (7), выхода газа (8) и установки шнека-смесителя (9). На внутренней стороне задней лобовины размещено разгрузочное устройство («ковш») (10) для выгрузки отвала. Задняя головка сопряжена с разгрузочным бункером (11) и герметизируется сальниковым

уплотнением (5). Внутри барабана установлено перемешивающее устройство (12), представляющее собой массивную П-образную конструкцию длиной 5 метров, шарнирно подвешенную на двух опорах (13) приваренных к внутренней поверхности барабана. При вращении барабана печи перемешивающее устройство, сохраняя вертикальное положение, подрезает реакционную массу, чем достигается эффект перемешивания.

На барабане печи закреплены два бандажа (14) с помощью которых он установлен на две пары опорных роликов (15). Опорные ролики развернуты на определенный угол для предотвращения осевого смещения барабана. Упорные ролики (16) служат для контроля положения печи на опорных роликах.

Барабан каждой печи смонтирован внутри греющей камеры, выполненной из огнеупорного шамотного (внутренняя поверхность) и диатомитового кирпича. Снаружи греющая камера облицована металлическими щитами с наполнителями из минеральной ваты, лобовые щиты заложены диатомитовым кирпичом. Сверху греющая камера закрывается съёмными секциями, заполненными диатомитовым кирпичом, щели между секциями заделаны асбошнуром. Поверх секций уложены асбополотно и маты из асбоиологна, заполненной шлаковатой.

Греющая камера А-17/1,2 разделена на три зоны обогрева, греющая камера А-17/3 разделена на восемь зон обогрева. Передняя (1) и задняя (2) части барабана у каждой печи не обогреваются и теплоизолированы.

Барабан А-17/1 приводится во вращение электродвигателем мощностью 11 кВт, скорость вращения 730 об/мин, с передачей вращающего момента через редуктор ЦТНД-400 на венцовую шестерню (17). Зоны обогрева (I, II, III) считаются от передней головки. Нагревательные элементы - спирали из нихрома диаметром 7 мм, расположены под барабаном в пазах кирпичной кладки греющей камеры. Суммарная мощность электрообогрева 750 кВт.

Барабан А-17/2 приводится во вращение электродвигателем

мощностью 7,5 кВт, скорость вращения 1500 об/мин, с передачей вращающего момента через редуктор на венцовую шестерню. Зоны обогрева (I, II, III) считаются от передней головки. Нагревательные элементы - спирали из нихрома диаметром 6,3 мм, расположены под барабаном в пазах кирпичной кладки греющей камеры. Суммарная мощность электрообогрева 375 кВт.

Барабан А-17/3 приводится во вращение электродвигателем мощностью 11 кВт, скорость вращения 730 об/мин, с передачей вращающего момента через редуктор ЦТНД-400 на венцовую шестерню (17). Управление двигателем осуществляется от преобразователя частоты «Danfoss» FC-302. Преобразователь частоты позволяет осуществлять плавный пуск и останов двигателя, плавное регулирование скорости вращения электродвигателя от 0 до 730 об/мин, а так же изменять направление вращения (реверс). Управление вращением и скоростью осуществляется дистанционно путем задания необходимого значения на ПЭВМ ЩТК.

Зоны обогрева (1,2,3,4,5,6,7,8) считаются от передней головки. Нагревательные элементы - 72 спирали из нихрома диаметром 7 мм, расположены под барабаном в пазах кирпичной кладки греющей камеры. Суммарная мощность электрообогрева 750 кВт. Управление температурами зон осуществляется посредством семисторных станций СТ-105 путем задачи необходимых значений на ПЭВМ ЩТК. Расположены на отм. +3.100м, +3.650, оси 15-18, ряды Б-С корпуса 3 (помещение А-17х).

1.2 Материал сварной конструкции

Барабан А-17/3 изготовлен из стали ЭИ-943 (06ХН28МДТ).

Марка: 06ХН28МДТ (стар. 0Х23Н28МЗДЗТ ЭИ943, аналог AISI 904L)
(заменители: 03ХН28МДТ)

Класс: Сплав коррозионно-стойкий аустенитного класса.

Вид поставки: сортовой прокат, в том числе фасонный: Лист толстый ГОСТ 7350-77, ГОСТ 19903-74, ГОСТ 19904-90. Лист тонкий ГОСТ 5582-75, ГОСТ 19903-74, ГОСТ 19904-90 .

Использование в промышленности: сварные конструкции, работающие при температурах до 80 °С в серной кислоте различных концентраций, за исключением 55 %-ной уксусной и фосфорной кислот.

Оборудования для производства сложных минеральных удобрений, сварочных электродов; для всех соединения оборудования, стыков трубопроводов в аппаратах, соединений труб, штуцеров и др. с корпусом аппарата и ремонта сварных соединений оборудования, работающего в радиоактивных средах; в качестве плакирующего слоя при изготовлении горячекатаных двухслойных коррозионностойких листов.

Сплав выплавляют в дуговых электрических печах

Таблица 1 – Химический состав стали 06ХН28МДТ по ГОСТ 5632 - 72

С,%	Si,%	Ni,%	Mn,%	Cr,%	S,%	P,%	Cu,%	Ti,%	Mo, %
0,06	0,8	26-29	0,8	22-25	0,02	0,035	2,5-3,5	0,5-0,9	2,5-3

Таблица 2 – Механические свойства стали 06ХН28МДТ по ГОСТ 7350-77

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	Ψ , %
215	540	35	-

1.3 Оценка технологической свариваемости стали 06ХН28МДТ

Главной и общей особенностью сварки является склонность к образованию в шве и околошовной зоне горячих трещин, имеющих межкристаллитный характер. Они могут наблюдаться как в виде мельчайших микронадрывов, так и видимых трещин. Горячие трещины могут возникнуть и при термической обработке или работе конструкции при повышенных температурах. Образование горячих трещин связано с формированием при сварке крупнозернистой макроструктуры, особенно выраженной в многослойных швах, когда кристаллы последующего слоя

продолжают кристаллы предыдущего слоя, и наличием напряжений усадки.

Кроме сложности получения на аустенитных высоколегированных сталях и сплавах швов без горячих трещин, имеются и другие особенности сварки, обусловленные особенностями их использования. Для уменьшения склонности сварных соединений коррозионно-стойких сталей к охрупчиванию в результате выпадения карбидов эффективно снижать содержание углерода в основном металле и металле шва.

Высоколегированные аустенитные стали и сплавы наиболее часто используют как коррозионностойкие. Основным требованием, которое предъявляется к сварным соединениям, является стойкость к различным видам коррозии. Межкристаллитная коррозия может развиваться как в металле шва, так и в основном металле у линий сплавления (ножевая коррозия) или на некотором удалении от шва. Механизм развития этих видов коррозии одинаков, однако причины возникновения различны.

Предварительный и сопутствующий подогрев кромок при сварке коррозионностойких сталей из-за снижения коррозионной стойкости соединения нежелателен.

В процессе высокотемпературной эксплуатации происходит карбидное и интерметаллидное упрочнение металла шва и соответствующее снижение его пластических свойств, что приводит к локализации в околошовной зоне деформаций и образованию в ней трещин. Этому способствует и высокий уровень остаточных сварочных напряжений в сумме с рабочими напряжениями. Предотвращение подобных локальных разрушений достигается термообработкой - аустенитизацией при температуре 1050 ... 1100 °С для снятия остаточных сварочных напряжений и самонаклепа и придания сварному соединению более однородных свойств.

Поэтому предупреждение образования горячих трещин достигается:

1) ограничением в основном и наплавленном металлах содержания вредных (серы и фосфора) примесей, а также газов – кислорода и воздуха. Для этого следует применять режимы, уменьшающие долю основного

металла в шве, и использовать стали и сварочные материалы с минимальным содержанием названных примесей. Техника сварки должна обеспечивать минимальное насыщение металла шва газами. Этому способствует применение для сварки постоянного тока обратной полярности. При ручной дуговой сварке покрытыми электродами следует поддерживать короткую дугу и сварку вести без поперечных колебаний. При сварке в защитных газах, предупреждая подсос воздуха, следует поддерживать коротким вылет электрода и выбирать оптимальными скорость сварки и расход защитных газов;

2) получением такого химического состава металла шва, который обеспечил бы в нём двухфазную структуру. Для жаропрочных и жаростойких сталей с содержанием никеля до 15 % это достигается получением аустенитно-ферритной структуры с 2...6 % феррита. Большое количество феррита может привести к значительному высокотемпературному охрупчиванию. Для сварки рекомендуется использовать основное покрытие электродов. Также рекомендуется вести сварку короткой дугой;

3) применением технологических приёмов, направленных на изменение формы сварочной ванны и направления роста кристаллов аустенитнита. При механизированных способах сварки тонкие электродные проволоки позволяют уменьшить склонность шва к горячим трещинам;

4) уменьшением силового фактора, возникающего в результате термического цикла сварки, усадочных деформаций и жёсткости закрепления свариваемых кромок. Это достигается ограничением силы сварочного тока, заполнением разделки швами небольшого сечения, хорошая заделка кратера при обрыве дуги.

Вероятность образования горячих трещин в швах возрастает при наличии кремния, так как он способствует развитию химической неоднородности. Углерод нейтрализует вредное действие кремния и снижает вероятность образования горячих трещин в швах. Как правило, трещины не образуются, если $Si:C \leq 5$. Однако увеличение содержания углерода будет

интенсифицировать процесс образования карбидов хрома Cr_4C и склонность к межкристаллитной коррозии будет возрастать. Чтобы этого не случилось, в стали должны присутствовать титан и ниобий, которые обладают большим сродством к углероду, чем хром, и образуют карбиды (TiC , NbC), предотвращая образование Cr_4C .

Свариваемость хромоникелевых аустенитных сталей определяют с помощью структурной диаграммы Шеффлера по эквивалентным концентрациям хрома и никеля [3, с. 199]. Эквивалентное содержание хрома и никеля в металле шва определяют по формулам:

$$Cr_3 = \%Cr + \%1,5 \cdot Si + 0,5 \cdot \%Nb + \%Mo + 0,5 \cdot \%V + 4,0 \cdot Ti, \quad (1)$$

$$Ni_3 = \%Ni + 30 \cdot \%C + 30 \cdot \%N + 0,5 \cdot \%Mn, \quad (2)$$

где Cr, Si, Nb, V, Mo, Ti, Ni, C, N, Mn - процентное содержание элементов в металле шва.

$$Cr_3 = 23 + 1,5 \cdot 0,8 + 2,7 + 4,0 \cdot 0,70 = 29,7 \%,$$

$$Ni_3 = 27 + 30 \cdot 0,06 + 0,5 \cdot 0,8 = 29,2 \%$$

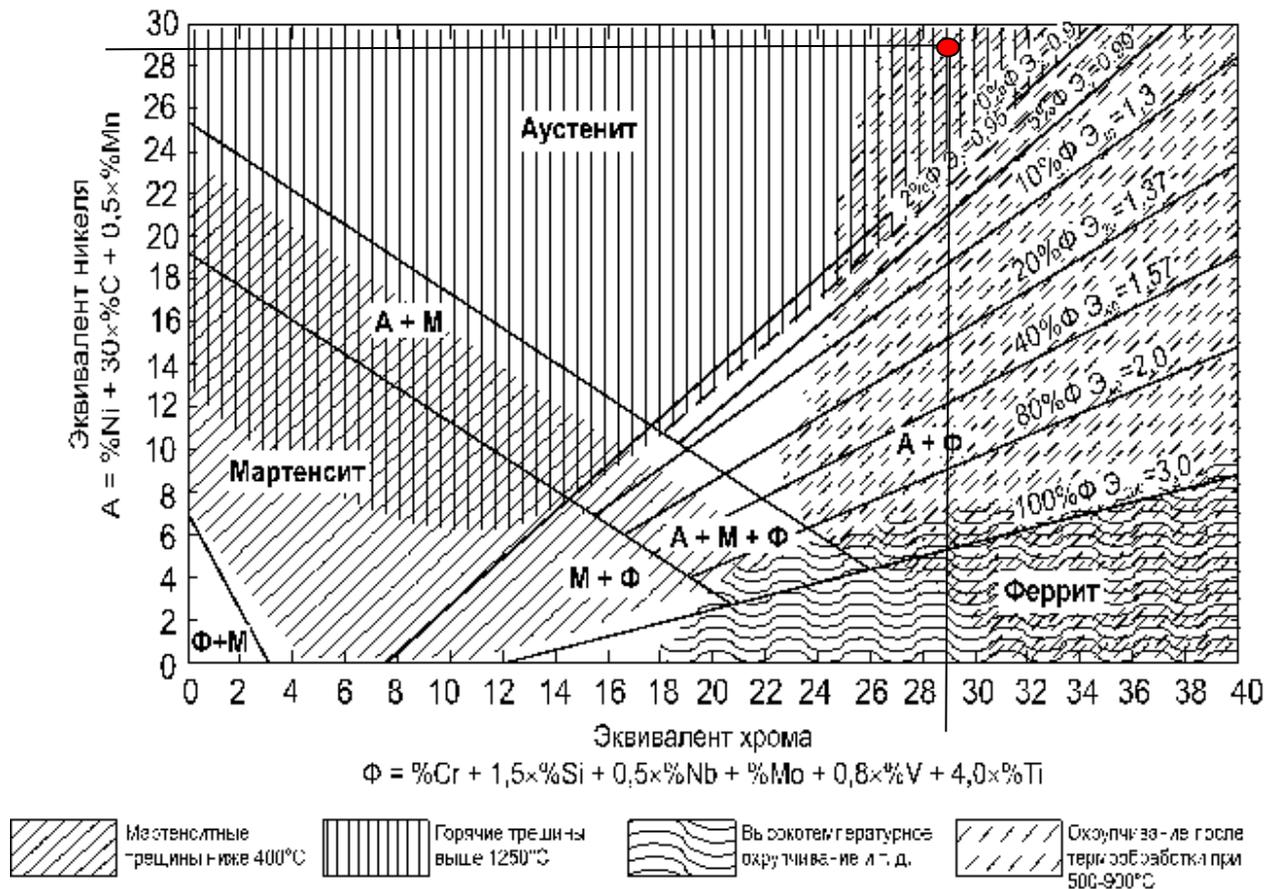


Рисунок 2 – Диаграмма Шеффлера

1.4 Технологические особенности сварки стали 06ХН28МДТ заданной толщины

Сталь 06ХН28МДТ обладает для всех высоколегированных сталей характерными теплофизическими свойствами, которые накладывают некоторые особенности при их сварке.

Пониженный коэффициент теплопроводности при равных остальных условиях, значительно изменяет распределение температур в шве и околошовной зоне. В результате одинаковые изотермы в высоколегированных сталях более развиты, чем в углеродистых. Это увеличивает глубину проплавления основного металла, а с учетом повышенного коэффициента теплового расширения возрастает и коробление изделий.

Поэтому для уменьшения коробления изделий из высоколегированных сталей следует применять способы и режимы сварки, характеризующиеся максимальной концентрацией тепловой энергии.

В связи с этим, для сварки печи необходимо применять автоматические способы сварки.

Еще одна из основных трудностей при сварке стали 06ХН28МДТ — предупреждение образования в швах и околошовной зоне горячих трещин. Предупреждение образования этих дефектов достигается ограничением в основном и наплавленном металлах содержания вредных (серы, фосфора) и ликвирующих (свинца, олова, висмута) примесей, а также газов — кислорода и водорода. Для этого следует применять режимы, уменьшающие долю основного металла в шве, и использовать стали и сварочные материалы с минимальным содержанием названных примесей. Техника сварки должна обеспечивать минимальное насыщение металла шва газами. Этому способствует применение для сварки постоянного тока обратной полярности. При сварке в защитных газах, предупреждая подсос воздуха, следует поддерживать коротким вылет электрода и выбирать оптимальными скорость сварки и расход защитных газов.

2 Обоснование выбора способа сварки

2.1 Обзор способов сварки данного вида изделия

Ручная дуговая сварка покрытым электродом – процесс, использующий для плавления электрическую дугу между электродом и основным металлом (сварочной заготовкой). В ходе выполнения соединения плавится как металл, так и электрод.

При дуговой сварке покрытым электродом может использоваться постоянный или переменный ток. Электрический ток подается по двум кабелям, к одному из которых подключен держатель электрода, а к другому – деталь, подготовленная под сварку.

Тепло, выделяемое при сварке покрытым электродом, может изменяться путем задания величины тока, длины дуги и полярности.

Электрод представляет собой металлический стержень, покрытый флюсом. Электрод фиксируется в специальном держателе, с помощью которого сварщик контролирует его перемещение. Электродное покрытие при сгорании образует газ, который окружает зону горения дуги, и закрывают завершённый сварочный шов слоем шлака, защищающего металл от окисления до его остывания.

Сварка покрытым электродом может осуществляться во всех пространственных положениях, горячий металл защищен плотным слоем шлака.

Достоинства:

- простота и доступность;
- возможность сварки в труднодоступных местах и во всех пространственных положениях;
- возможность сварки в монтажных условиях
- большой спектр свариваемых материалов;
- значительный спектр толщин (от двух мм и выше).

Недостатки:

- низкая производительность;

- большой расход материалов на разбрызгивание и огарки;
- самый тяжелый способ по технике исполнения;
- многофакторность качества.
- тяжелые условия труда сварщика.
- резкая структурная и механическая неоднородность металла шва.

2.2 Литературный обзор дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах

Сущность способа сварки в защитных газах заключается в том, что дуга горит в струе защитного газа, оттесняющего воздух из зоны сварки и защищающего расплавленный металл от вредного воздействия газов, содержащихся в атмосфере.

Основными преимуществами сварки в среде защитного газа перед другими способами являются: надежная защита расплавленного металла от окисления кислородом окружающего воздуха; отсутствие обмазок и флюсов при сварке, усложняющих и удорожающих этот процесс; высокая производительность; простота процесса и возможность его механизации при сварке в различных пространственных положениях с помощью простых приспособлений; возможность сварки цветных металлов, сплавов и разнородных металлов; хороший внешний вид сварного шва и высокие механические свойства соединения.

К недостаткам сварки в защитных газах следует отнести осложнения при проведении сварки на открытом воздухе, особенно в ветреную погоду из-за возможности отдува защитного газа струей воздуха, а также большие выделения вредного газа на рабочем месте сварщика.

В качестве защитного газа используют инертные газы: аргон и гелий, не взаимодействующие с расплавленными металлами, а также активные газы и смеси газов: водород, смесь водорода и азота, углекислый газ, смесь аргона и углекислого газа, смесь аргона и кислорода, взаимодействующие в большей или меньшей степени с расплавленным металлом. Защитный газ выбирают в зависимости от свариваемых материалов.

Сваривать в защитных газах можно плавящимся или неплавящимся электродом. При сварке плавящимся электродом электрическая дуга горит между электродной проволокой, подаваемой в зону сварки, и изделием. Дуга расплавляет электродную проволоку и основной металл. При сварке неплавящимся электродом электрическая дуга горит между неплавящимся угольным или вольфрамовым электродом и изделием.

3 Выбор сварочных материалов

На предприятии ООО «СибРегионПромсервис» для сварки стали 06ХН28МДТ используются электроды ОЗЛ-17У.

Электроды ОЗЛ-17У применяются для сварки оборудования из коррозионно-стойких сплавов 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ и стали марки 03Х21Н21М4ГБ преимущественно толщиной до 12 мм, работающего в средах серной и фосфорной кислот с примесями фтористых соединений. Сварка во всех пространственных положениях шва постоянным током обратной полярности.

Характеристика электродов ОЗЛ 17У

Покрытие – рутилово-основное.

Коэффициент наплавки – 14,0 г/А·ч.

Производительность наплавки (для диаметра 4,0 мм) – 2,0 кг/ч.

Расход электродов ОЗЛ-17У на 1 кг наплавленного металла – 1,7 кг.

Таблица 3 - Типичные механические свойства металла шва электродов ОЗЛ-17У

Временное сопротивление s_b , МПа	Предел текучести s_T , МПа	Относительное удлинение d_5 , %	Ударная вязкость ан, Дж/см ²
590	380	32	190

Таблица 4 - Типичный химический состав наплавленного металла, %, электродов СпецЭлектрод ОЗЛ-17У

C	Mn	Si	Mo	Ni	Cr	Nb	Cu	S	P
0,035	2,1	0,53	3,4	26,4	23,4	0,45	2,9	0,009	0,019

Особые свойства электродов ОЗЛ 17У СпецЭлектрод

Обеспечивают получение металла шва с высокой общей коррозионной стойкостью и стойкостью к межкристаллитной коррозии при испытаниях по методу ВУ ГОСТ 6032-89.

Технологические особенности сварки электродами ОЗЛ 17У

Сварку металла толщиной до 12 мм рекомендуется производить валиками на всю ширину разделки, сварку металла больших толщин – с

двусторонней разделкой кромок. При сварке особо ответственных конструкций необходимо удаление кратеров шлифованием.

Прокалка перед сваркой: 190-210°C; 1 ч.

В качестве защитного газа принимаем аргон высшего сорта по ГОСТ 10157-79. В сварочном производстве используется аргон, поставляемый в газообразном и жидком состоянии. Газообразный аргон отпускают, хранят и транспортируют в стальных баллонах (по ГОСТ 949-73), или автоцистернах под давлением $15 \pm 0,5$ или $20 \pm 1,0$ МПа при 293 °К. При поставке аргона в баллонах вместимостью 40 дм³ объём газа в баллоне составляет 6,2 м³ (давление 15 МПа, температура 293 °К).

Таблица 5 - Химический состав аргона высшего сорта по ГОСТ 10157 -79

Ar, %, не менее	O ₂ , %, не более	N ₂ , %, не более	CO ₂ , %, не более	Содержание водяных паров, %, не более	Температура насыщения, К, не более
99,992	0,0007	0,006	0,0005	0,01	215

Принимаем сварочную проволоку марки Св-01Х23Н28М3Д3Т, т.к. она наиболее близкая по химическому составу к основному материалу.

Применение: Для сварки ответственных конструкций из коррозионностойких сплавов марок: 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ, стали марки 03Х21Н21М4ГБ преимущественно толщиной до 12 мм, работающих в средах серной и фосфорной кислот с примесями фтористых соединений. Подходит для сварки (наплавки) и изготовления электродов марок (ОЗЛ-17У)

Таблица 6 - Химический состав проволоки:

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	S	P	Cu
0,03	0,55	0,55	22,00-25,00	26,00-29,00	2,50-3,00	0,50-0,90	0,018	0,030	2,50-3,50

Ферритная фаза:

Содержание ферритной фазы в проволоке регламентируется только по соглашению сторон.

Химический состав наплавленного металла (типовой):

Контролируется в случае наличия требований в НД изготовителя изделий для конкретной группы технических устройств.

Положение при сварке:

Контролируется в случае наличия требований в НД изготовителя изделий для конкретной группы технических устройств.

Сварочно-технологические свойства:

Стабильное горение дуги, отличное качество формирования корневого, заполняющих и облицовочного слоёв шва. Проволока наплавленного металла применяется в сочетании со сварочным плавным флюсом (тип АН-26С или его аналогов) или в среде инертного газа (аргон).

Межкристаллитная коррозия шва (МКК):

Металл наплавленного шва не склонен к МКК.

4 Расчет режимов сварки

К основным параметрам режима механизированной дуговой в защитных газах плавящимся электродом, определяемых расчётом, относятся: сварочный ток, напряжение на дуге, скорость сварки, диаметр и скорость подачи электродной проволоки. Основные параметры: защитная среда (газовая, шлаковая, газошлаковая), род тока, полярность устанавливают, исходя из условий сварки конкретного изделия.

4.1 Расчёт режимов и размеров шва дуговой сварки в защитном газе плавящимся электродом

В зависимости от типа соединения последовательность расчёта режима сварки различна. Для сварки данного соединения, выбираем тип соединения С19 с разделкой кромок на подкладном кольце. Геометрия шва и разделка кромок выбирается согласно ГОСТ 16037-80 (таблица 7).

Таблица 7 – Конструктивные элементы сварного соединения по ГОСТ 16037-80

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы и размеры		<i>b</i> , мм	<i>e</i> , мм	<i>g</i> , мм
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Сварного шва			
С19			5^{+1}	30^{+8}	$2^{+2,0}_{-1,5}$

Для определения числа проходов найдем общую площадь поперечного сечения наплавленного металла. Площадь наплавки обычно находят как сумму площадей элементарных геометрических фигур:

$$F_n = h^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha + b \cdot S + 0,75 \cdot g \cdot e = 20^2 \cdot \operatorname{tg} 30 + 5 \cdot 20 + 0,75 \cdot 2 \cdot 30 = 376 \text{ мм}^2, \quad (3)$$

где *S*, *b*, *e*, *g*, α – размеры конструктивных элементов сварного соединения.

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

$$F = 0,73 \cdot e \cdot (S + g) = 0,73 \cdot 30 \cdot (2 + 20) = 495 \text{ мм}^2. \quad (4)$$

Находим площадь поперечного сечения проплавленного металла по формуле:

$$F_{\text{ПП}} = F - F_H = 495 - 376 = 119 \text{ мм}^2$$

Силу сварочного тока $I_{\text{св}}$ рассчитаем по формуле:

для корневого шва:

$$I_{\text{св}} = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} \cdot 100 = 314 \text{ А},$$

принимаем $I_{\text{св}} = 314 \text{ А}$;

для второго прохода:

$$I_{\text{св}} = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} \cdot 120 = 376 \text{ А},$$

принимаем $I_{\text{св}} = 380 \text{ А}$;

для последующих проходов:

$$I_{\text{св}} = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} \cdot 140 = 440 \text{ А},$$

принимаем $I_{\text{св}} = 440 \text{ А}$.

Уточняем диаметр электродного стержня:

$$d_s = 2 \cdot \sqrt{\frac{I_{\text{св}}}{\pi \cdot j}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{314}{3,14 \cdot 100}} = 2 \text{ мм}; \quad (5)$$

Определяем оптимальное напряжение дуги

для корневого шва:

$$U_d = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_s}} \cdot I_{\text{св}} \pm 1 = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2}} \cdot 314 \pm 1 = 28 \pm 1 \text{ В}; \quad (6)$$

для второго прохода:

$$U_d = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2}} \cdot 380 \pm 1 = 30 \pm 1 \text{ В};$$

для последующих проходов:

$$U_d = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2}} \cdot 440 \pm 1 = 33 \pm 1 \text{ В}.$$

Определим коэффициент формы провара:

для корневого шва:

$$\psi_{np} = K \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{cs}) \cdot \frac{d_s \cdot U_d}{I_{cs}} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 314) \cdot \frac{2 \cdot 28}{314} = 2,6. \quad (7)$$

для второго прохода:

$$\psi_{np} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 380) \cdot \frac{2 \cdot 30}{380} = 2,2$$

для последующих проходов:

$$\psi_{np} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 440) \cdot \frac{2 \cdot 33}{440} = 2$$

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

Определим скорость сварки по формуле:

$$V_{cs} = \frac{\alpha_n \cdot I_{cs}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n}, \quad (8)$$

где α_n – коэффициент наплавки.

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

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi), \quad (9)$$

где ψ – коэффициент потерь, который согласно рекомендациям литературы, для сварки в среде аргона принимается равным 4-5 %.

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

для корневого шва:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{I_{cs}} \cdot \frac{l_e}{d_s^2} = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{314} \cdot \frac{1,5}{0,2^2} = 11,1 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}}, \quad (10)$$

для второго прохода:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{380} \cdot \frac{1,5}{0,2^2} = 11,3 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}}$$

для последующих проходов:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{440} \cdot \frac{1,5}{0,12^2} = 11,5 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}}$$

величину вылета электрода l принимаем 1,5 см, согласно рекомендации [4].

Тогда коэффициента наплавки α_n согласно формуле (10):

для корневого шва:

$$\alpha_n = 11,1 \cdot (1 - 0,04) = 10,7 \text{ э/А}\cdot\text{ч}$$

для второго прохода:

$$\alpha_n = 11,3 \cdot (1 - 0,04) = 10,9 \text{ э/А}\cdot\text{ч}$$

для последующих проходов:

$$\alpha_n = 11,5 \cdot (1 - 0,04) = 11 \text{ э/А}\cdot\text{ч}$$

Скорость сварки по формуле (20) получаем:

для первого прохода:

$$V_{св} = \frac{10,7 \cdot 314}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,26} \approx 0,46 \text{ см/с} = 17 \text{ м/ч};$$

для второго прохода:

$$V_{св} = \frac{10,9 \cdot 380}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,5} \approx 0,3 \text{ см/с} = 11 \text{ м/ч};$$

для последующих проходов:

$$V_{св} = \frac{11 \cdot 440}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,5} \approx 0,35 \text{ см/с} = 13 \text{ м/ч};$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле:

для первого прохода:

$$V_{нэл} = \frac{\alpha_p \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_{эл}} = \frac{11,5 \cdot 314}{3600 \cdot 7,8 \cdot 3,14 \cdot 10^{-2}} \approx 4,1 \text{ см/с} = 147 \text{ м/ч}, \quad (11)$$

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

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

для второго прохода:

$$V_{нэл} = \frac{11,5 \cdot 380}{3600 \cdot 7,8 \cdot 3,14 \cdot 10^{-2}} \approx 5 \text{ см/с} = 180 \text{ м/ч};$$

для последующих проходов:

$$V_{нэл} = \frac{11,5 \cdot 440}{3600 \cdot 7,8 \cdot 3,14 \cdot 10^{-2}} \approx 6 \text{ см/с} = 216 \text{ м/ч}.$$

Погонная энергия рассчитывается по формуле:

а) для первого прохода:

$$q_n = \frac{\eta_u \cdot I_{св} \cdot U_d}{V_{св}} = \frac{0,8 \cdot 314 \cdot 28}{0,46} = 15290 \text{ Дж/см}, \quad (12)$$

где η_u — эффективный коэффициент полезного действия нагрева изделия дугой, который при сварке в защитном газе составляет 0,8...0,84, принимаем $\eta_u = 0,8$;

б) для второго прохода:

$$q_n = \frac{0,8 \cdot 380 \cdot 30}{0,3} = 30400 \text{ Дж/см};$$

в) для последующих проходов:

$$q_n = \frac{0,8 \cdot 440 \cdot 33}{0,35} = 33189 \text{ Дж/см};$$

5 Выбор источника питания сварочной дуги

5.1 Выбор оборудования для сварки в среде аргона плавящимся электродом

Для сварки корпуса печи принимаем универсальный сварочный выпрямитель ВДУ-506 с подвесным автоматом А-1417.

Выпрямитель сварочный универсальный ВДУ-506 предназначен для ручной дуговой сварки покрытыми электродами на постоянном токе, комплектации полуавтоматов и автоматов для сварки изделий из стали в среде защитных газов на постоянном токе. Является регулируемым тиристорным выпрямителем с жесткой или падающей внешней характеристикой.

Отличием от версии ВДУ-506С является классическое построение и отсутствие комбинированной вольтамперной характеристики в режиме полуавтоматической сварки.

Выпрямитель сварочный универсальный ВДУ-506 имеет следующие технические характеристики:

Таблица 8 - Технические характеристики сварочного выпрямителя ВДУ-506

Характеристики	ВДУ-506
Напряжение питания, В	3x380
Номинальная потребляемая мощность, кВА	34
Частота питания сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А (ПВ, ПН, %)	500 (60)
Пределы регулирования сварочного тока, А	60...500 50...500
Рабочее напряжение, В: - жесткие хар-ки - падающие хар-ки	18...50 22...46
Напряжение холостого хода, не более, В	85
Потребляемая мощность, кВА, не более	34
Масса, не более, кг	290
Габариты (ДхШхВ), мм	830x420x1080

Автомат А-1417 (рисунок 3) оснащен копирным устройством для слежения за швом в двух плоскостях и следящей головкой для автоматического поиска начала шва. Управление автоматом - дистанционное.

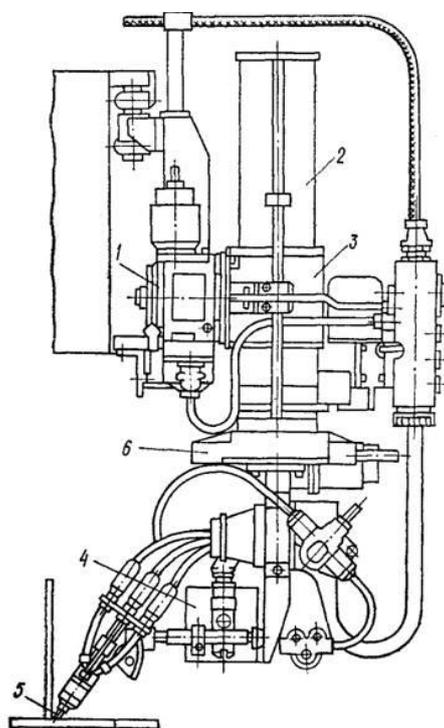


Рисунок 3 - Сварочный автомат А-1417:

1 - тележка; 2 - штанга; 3 - механизм подъема штанги; 4 - копирное устройство; 5 - сварочная головка; 6 - суппорт

Регулирование скорости подачи электродной проволоки у автомата А-1417 плавное, регулирование скорости сварки у автомата А-1417 - плавное.

Таблица 9 - Технологические показатели и конструктивные особенности тракторов для дуговой сварки в защитных газах

Тип сварочной головки автомата	Номинальный режим работы ПР, %	Электродная проволока		Скорость сварки, м/ч	Вертикальный ход, мм	Поперечная коррективровка	Тип источника питания	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
		Диаметр, мм	Скорость подачи, м/ч						
А-1417	100	2,0-5,0	13-133	12-120	250	±75	ВДУ-506	925x740x1560	240

6 Технология изготовления

6.1 Общие требования

Перед изготовлением (доизготовлением), монтажом и ремонтом следует производить входной контроль основных и сварочных материалов и полуфабрикатов.

На листах и плитах, принятых к изготовлению обечаек и днищ, следует сохранять маркировку металла. Если лист и плиту разрезают на части, на каждую из них следует перенести маркировку металла листов и плит. Маркировка должна содержать следующие данные:

- марку стали (для двухслойной стали - марки основного и коррозионно-стойкого слоев);
- номер партии - плавки;
- номер листа (для листов с полистными испытаниями и двухслойной стали);
- клеймо технического контроля.

Маркировку следует размещать на стороне листа и плиты, не соприкасающейся с рабочей средой, в углу на расстоянии примерно 300 мм от кромок.

На поверхности обечаек и днищ не допускаются риски, забоины, царапины, раковины и другие дефекты, если их глубина превышает минусовые предельные отклонения, предусмотренные соответствующими стандартами и техническими условиями, или если после их устранения толщина стенки будет менее допускаемой по расчету.

Поверхности деталей следует очищать от брызг металла, полученных в результате термической (огневой) резки и сварки.

Оси резьбовых отверстий деталей внутренних устройств должны быть перпендикулярными к опорным поверхностям. Допуск перпендикулярности должен быть в пределах 15-й степени точности, если не предъявляются в документации более жесткие требования.

Методы сборки элементов под сварку должны обеспечивать правильное взаимное расположение сопрягаемых элементов и свободный доступ к выполнению сварочных работ в последовательности, предусмотренной технологическим процессом.

Сварку следует выполнять после подтверждения правильности сборки и устранения дефектов на всех поверхностях, подлежащих сварке.

6.2 Заготовительные операции

Точность подготовки деталей к сборке и качество производящейся сборки оказывают весьма существенное влияние на несущую способность и экономичность сварной конструкции. Перед сборкой деталей необходимо устранять дефекты, которые появились при заготовительных операциях. Для получения заготовки нам необходимо выполнить ряд операций. Прокат подвергают правке и зачистке с целью устранения загрязнений и неровностей, которые появляются еще при прокате либо при транспортировке металла.

Затем выполняют разметку или наметку деталей: разметку проводят путем перенесения размеров заготовки чертежа непосредственно на металл, кернение металла производят по линии будущего реза; наметку производят путем перенесения на металл необходимых для изготовления заготовки размеров с шаблона, специально изготовленного из тонколистового металла, фанеры или картона. Чертилкой обводят контуры шаблона, после чего его удаляют, вдоль всей линии реза наносят керны и деталь маркируют. Далее производят вырезку детали. Нарезают заготовки на ножницах или на ручных и механизированных резаках.

Для получения заготовок из листов используем кислородную разделительную резку. В качестве оборудования для резки принимаем плазморез Blue Weld PRECISE PLASMA 160 HF 815977 (таблица 10)

Таблица 10 – Технические характеристики Blue Weld PRECISE PLASMA 160 [5]

Показатели	Значения
Мах толщина реза, мм	45
Напряжение, В	220/380
Давление, бар	4-5
ПВ на максимальном токе, %	40
Мах ток, А	160
Мах мощность, кВт	25
Min ток, А	20
Расход воздуха, л/мин	200
Габариты, мм	870x590x860

Для очистки от ржавчины, окалины, краски и др. загрязнений будем пользоваться пневматической щеткой УПЩР-1.

Таблица 11 – Технические данные пневматической щетки УПЩР-1 [5]

Показатели	УПЩР-1
Число оборотов проволочной щетки в минуту: без нагрузки под нагрузкой	3800÷4100 2500÷3000
Мощность двигателя при давлении сжатого воздуха 5кг/ см ² , л.с.	0,8
Крутящий момент на шпинделе при указанной мощности, кг·м	19,5÷21,5
Диаметр воздушного шланга, мм	13
Диаметр проволочной щетки, мм	100÷110
Габариты (без кожуха и проволочной щетки), мм	370x119x74
Вес (без проволочной щетки), кг	3,4
Вес проволочной щетки, кг	0,35

6.3 Сборочно-сварочные операции

Технология сборки и сварки описана в комплекте технологической документации ФЮРА.760201.004 в приложение А.

7 Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними

При изготовлении сварной конструкции часто в ней возникают различного рода напряжения, которые могут быть значительно выше эксплуатационных, что может привести к недопустимым деформациям и разрушению.

Основными причинами возникновения сварочных деформаций и напряжений является неравномерное нагревание и охлаждение изделия и структурные превращения в металле шва.

Неравномерное нагревание и охлаждение вызывают тепловые напряжения и деформации. При сварке происходит местный нагрев небольшого объема металла, который, расширяясь, воздействует на близлежащие менее нагретые слои металла. Чем выше температура нагрева, а также чем больше коэффициент линейного расширения и ниже теплопроводность металла, тем больше тепловые напряжения и деформации развиваются в свариваемом шве.

Возникающие при сварке деформации разделяют на временные, существующие только во времени сварки конструкции, и остаточные, остающиеся после завершения сварки и остывания конструкции. Важное значение для практики имеют остаточные сварочные деформации. В зависимости от характера и формы, размеров свариваемых деталей различают деформацию в плоскости и деформацию из плоскости соединяемых элементов. Величина и характер остаточных деформаций в значительной степени определяют толщиной и свойствами основного металла, режимом сварки, последовательностью наложения швов, конструктивными формами свариваемых деталей и формой шва. Изменение размеров и формы сварной конструкции в некоторых случаях снижает ее работоспособность и портит ее внешний вид. Если остаточные деформации достигают заметной величины, то они могут привести к неисправимому браку. При разработке, технологии сборки и сварки конструкции из данной стали следует учитывать необходимость снижения остаточных деформаций

до величины, при которой они не отражаются на работоспособности и внешнем виде конструкции и не затрудняют сварку отдельных элементов.

Сварочные напряжения могут быть сняты почти полностью, если в шве и около шовной зоне создать дополнительные пластические деформации. Это достигается проковкой швов. Проковывают каждый слой, за исключением первого, в котором от ударов могут образоваться трещины. Этот прием применяют для снятия напряжений при заварке трещин и замыкающих швов в жестких конструкциях.

Для уменьшения деформаций и напряжений, которые образуются после сварки, необходимо выполнение следующих условий:

- рациональное конструирование;
- сборка заготовок и назначение их размеров с учётом последующих деформаций и перемещений;
- создание деформаций и перемещений обратных сварочным;
- рациональная последовательность сборочно-сварочных операций;
- снижение погонной энергии сварки;
- уменьшение площади зоны пластических деформаций путём искусственного охлаждения металла в процессе сварки;
- закрепление изделий в приспособлениях.

8 Технический контроль качества и исправление брака

8.1 Визуально-измерительный контроль

Визуальному контролю подвергаются все законченные сварные соединения, на которые распространяется РД 153-34.1-003-01 независимо от марки стали, типа сварного соединения, назначения и условий работы, включая сварные соединения, не работающие под давлением (приварка к трубам шипов, плавников и деталей газоплотных блоков, элементов опор, подвесок и др.).

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 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;
- незаваренные кратеры;
- свищи;
- подрезы;
- прожоги;
- скопления включений.

Нормы на допустимые дефекты и нормы на дефекты в корне шва, выявляемые при визуальном контроле в случае возможности осмотра стыков изнутри трубы (выпуклость, вогнутость и непровар корня шва), должны

отвечать нормам на эти дефекты, выявляемые при радиографическом контроле [2].

Измерительный контроль сварных соединений (определение размеров швов, смещения кромок, переломов 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.

Корневая часть шва должна подвергаться визуальному контролю до заполнения остальной части шва. Этот контроль проводится сварщиком после очистки поверхности корня шва. Результаты контроля считаются удовлетворительными, если не обнаружены трещины, незаваренные прожоги и кратеры, скопления включений, превышающие нормы таблицы 12, и другие дефекты, свидетельствующие о нарушении режима сварки или о недоброкачестве сварочных материалов. При обнаружении недопустимых дефектов вопрос о продолжении сварки или способе исправления дефектов должен решать руководитель сварочных работ.

Таблица 12 – Нормы допустимых поверхностных дефектов, выявляемых при визуальном контроле сварных соединений

Дефект	Допустимый максимальный размер дефекта, мм	Допустимое число дефектов на любые 100 мм шва
Отступления от размеров и формы шва	По пункту 6.5.7 [2]	--
Западания (углубления) между валиками и чешуйчатость поверхности шва	1,2	Не ограничивается
Одиночные включения	0,7	4
Подрезы основного металла	0,2**	--
Отклонения от прямолинейности сварных стыков труб	Просвет между линейкой и трубой на расстоянии 200 м от стыка не должен быть более 3 мм	

** подрез размером 0,2 мм и менее измерению не подлежит, определяются визуально.

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

8.2 Капиллярный контроль

Капиллярный контроль – самый чувствительный метод НК. К капиллярным методам неразрушающего контроля материалов относят методы, основанные на капиллярном проникновении индикаторных жидкостей (пенетрантов) в поверхностные и сквозные дефекты. Образующиеся индикаторные следы регистрируются визуальным способом или с помощью преобразователя. С помощью капиллярных методов определяется расположение дефектов, их протяженность и ориентация на поверхности. Контроль капиллярным методом проводится в соответствии с ГОСТ 18442-80.

Капиллярная дефектоскопия применяется при необходимости выявления малых по величине дефектов, к которым не может быть применен визуальный контроль

Капиллярные методы используются для контроля объектов любых размеров и форм, изготовленных из черных и цветных металлов и сплавов, стекла, керамики, пластмасс и других неферромагнитных материалов. С помощью капиллярной дефектоскопии возможен контроль объектов из ферромагнитных материалов в случае, если применение магнитопорошкового метода невозможно в связи с условиями эксплуатации объекта или по другим причинам.

Процесс выявления несплошностей капиллярным методом подразделяют на пять стадий:

1. Подготовка объекта (очистка);
2. Заполнение полостей индикаторным пенетрантом;

3. Удаление излишков индикаторного пенетранта;
4. Нанесение проявителя;
5. Контроль.

Подготовка объекта

Перед заполнением пенетрантом все загрязняющие вещества (ржавчина, масла) и покрытия должны быть удалены с исследуемой поверхности. Очистка объекта контроля осуществляется механическим, паровым, растворяющим, химическим и другими способами с последующей сушкой. Неорганические загрязнения требуют преимущественно механической очистки, а органические – применения специальных составов (очистителей). Необходимые способы очистки определяются в технической документации на проведение контроля. Максимальная шероховатость ОК допустимая при капиллярном контроле - Ra 3,2 (Rz 20).

Заполнение полостей индикаторным пенетрантом

Заполнение несплошностей пенетрантом может проводиться капиллярным, вакуумным, компрессионным и другими способами. Наиболее распространен капиллярный способ, при котором происходит заполнение полостей пенетрантом при смачивании поверхности с помощью распыления или нанесения кистевым способом.

Благодаря особым качествам, обеспечиваемых подбором веществ с определенными физическими свойствами (поверхностное натяжение, вязкость, плотность), пенетрант после нанесения проникает в мельчайшие несплошности, имеющие выход на поверхность контролируемого объекта. Время, необходимое для воздействия пенетранта, может варьироваться в зависимости от температуры поверхности. Холодная погода усложняет проведение технологического процесса из-за возможной конденсации воды на поверхности объекта и замедления проникновения пенетранта в полости.

Удаление излишков индикаторного пенетранта

Избыток пенетранта удаляется с поверхности протиркой салфеткой, промыванием водой или очистителями, применяемыми при подготовке

объекта. Пенетрант должен удаляться с поверхности, но не из полостей несплошностей. Чаще всего рекомендуется наносить очиститель на салфетку, а не на контролируемую поверхность. Увлажненную в процессе очистки поверхность подвергают естественной сушке; допускается сушка в потоке воздуха, а также протирка чистыми гигроскопическими материалами (например, салфеткой без ворса).

Нанесение проявителя

Нанесение проявителя осуществляется распылением, кистевым, погружным, обливным и другими способами. Рекомендуется нанесение одного или двух-трех тонких слоев проявителя. Избыточное количество проявителя может скрывать или затемнять индикаторные следы. В процессе воздействия проявитель растворяет находящийся внутри несплошности краситель и благодаря диффузии и адсорбции «вытягивает» его на поверхность. При правильной технологии нанесения материалов ширина контрастного следа в разы превосходит ширину дефекта, что позволяет невооруженным глазом выявлять мельчайшие трещины.

Контроль

В результате примененных при цветной дефектоскопии процессов на белом фоне контрастным цветом (как правило, красным) выделяются дефекты. Индикаторные следы несплошностей проявляются после высыхания проявителя; изготовитель может рекомендовать короткий срок дополнительной выдержки (например, пять минут или более) для полного проявления индикаторных следов. Трещины, складки, несплавления в сварных швах обнаруживаются в виде цветных линий. Глубокие дефекты могут проявляться в виде точек, образующих линию. Поры обнаруживаются в виде рассеянных скоплений точек.

Результат контроля оценивается визуально и может быть задокументирован с помощью фото- и видеоаппаратуры или перенесен на клейкую пленку.

При применении люминесцентных (флюоресцентных) пенетрантов

исследование результатов происходит при ультрафиолетовом освещении в темном помещении. Дефекты проявляются в виде светящихся линий и точек желто-зеленых оттенков.

Наиболее удобной и часто используемой упаковкой для очистителей, пенетрантов и проявителей являются герметичные аэрозольные баллончики. При использовании баллончиков отпадает необходимость в использовании кистей, нет угрозы перерасхода или разлива материала.

Чувствительность метода капиллярной дефектоскопии определяется способностью выявления дефектов данного размера с заданной вероятностью. В качестве параметра размера принимается ширина раскрытия дефекта - поперечный размер дефекта на контролируемой поверхности. Нижний порог чувствительности ограничивается количеством пенетранта, достаточным для получения контрастного изображения. В соответствии с ГОСТ 18442-80 установлено пять классов чувствительности: I (ширина раскрытия дефекта – менее 1 мкм); II (от 1 мкм до 10 мкм); III (от 10 мкм до 100 мкм); IV (от 100 до 500 мкм) и технологический класс (ширина раскрытия не нормируется). Класс чувствительности устанавливает разработчик объекта контроля.

Для неглубоких и широких дефектов применимо понятие верхнего порога чувствительности, который определяется тем, что из таких дефектов пенетрант может вымываться при удалении его излишков с поверхности.

К достоинствам капиллярных методом дефектоскопии относятся простота операции контроля и применимость к широкому ряду материалов. С помощью капиллярной дефектоскопии не только выявляются поверхностные или сквозные дефекты, но и получается ценная информация об их расположении, протяженности, ориентации и форме, что, как правило, облегчает понимание причин возникновения этих дефектов.

К недостаткам капиллярной дефектоскопии следует отнести невозможность выявления внутренних несплошностей, не имеющих выхода на поверхность. Выявление поверхностных несплошностей, имеющих

ширину раскрытия более 500 мкм, капиллярными методами контроля не гарантируется.

Приборы, оборудование и средства контроля, применяемые при капиллярном контроле:

Наборы для капиллярной дефектоскопии (очистители, проявители, пенетранты);

Пульверизаторы;

Пневмогидропистолеты;

Источники ультрафиолетового излучения;

Контрольные образцы для капиллярной дефектоскопии

Контрольные образцы предназначены для определения чувствительности капиллярных методов, а также оценки проникающей способности пенетрантов в соответствии с ГОСТ 18442-80. Контрольный образец представляет собой металлическую пластину с искусственным дефектом в виде одиночной тупиковой трещины. Образец снабжен паспортом и сертификатом о калибровке, которые содержат фотографию трещины, ее размеры и инструкцию по эксплуатации. При использовании контрольного образца должны соблюдаться условия очистки и хранения. Ресурс использования контрольного образца по КД ограничен количеством возможных применений, которое регламентируется изготовителем.

9 Общая характеристика механического оборудования необходимого для обеспечения технологичности процесса

Приспособление комплектуется из сварочной колоны ПК-2, вращателя ВГ-4, роликового стенда.

Произведем расчет роликовых опор.

Тип и размеры установочных элементов, их количество и взаимное расположение будут определяться исходя из выбранной схемы базирования [7].

Расчет межосевого расстояния роликов [5]:

Диаметр роликов D_p принимаем – 510 мм.

$$L = (D - D_p) \times \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$\alpha_{\min} = 50^\circ; \alpha_{\max} = 120^\circ.$$

$$L_{\min} = (1800 - 250) \times \sin \frac{50}{2} = 655 \text{ мм},$$

$$L_{\max} = (1800 - 250) \times \sin \frac{120}{2} = 1340 \text{ мм}.$$

Из полученного промежутка значений выбираем межосевое значение $L=1200$ мм.

Определяем значения суммарного окружного усилия на приводных роликоопорах T_1 , и нагрузки на одну роликоопору, ведущую и холостую.

Нагрузка стенда с изделием $G = 58000$ Н. Расстояние между роликоопорами $L=1700$ мм, центральный угол между ними $\alpha=85^\circ$. Коэффициенты трения $f=0,02$ и $\mu=0,3$.

$$b = \frac{D_p}{fd_p - 2\mu} = \frac{310}{0,02 \cdot 51 - 2 \cdot 0,3} = 740 \text{ см}.$$

Окружное усилие на роликоопорах:

$$T_1 = T_2 = G \left(\frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{b \cdot \sin \alpha + \cos \alpha - 1} \right) = 58000 \left(\frac{\sin \frac{85}{2}}{7,4 \cdot \sin 85 + \cos 85 - 1} \right) = 6,1 \text{ кН}$$

Усилия на роликоопорах:

$$Q_1 = Q_2 = \frac{G}{2 \cdot \cos \frac{\alpha}{2}} \left(1 + \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{b \cdot \cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2}} \right) = \frac{58000}{2 \cdot \cos \frac{85}{2}} \left(1 + \frac{\sin \frac{85}{2}}{7,4 \cdot \cos \frac{85}{2} - \sin \frac{85}{2}} \right) = 44,8 \text{ кН}$$

Максимальная нагрузка на одну роликоопору:

$$P_1 = P_2 = \frac{\sqrt{Q_1^2 + T_1^2}}{i_p} = \frac{\sqrt{44,8^2 + 6,1^2}}{8} = 2,8 \text{ кН}$$

Допускаемая нагрузка на двухшинную роликоопору $D_p=51$ см равна 2,8 кН.

Крутящий момент на валу привода:

$$M_{кр} = T_1 \frac{D_p}{2} + \left(f \frac{d_g}{2} + \mu \right) \sqrt{Q_1^2 + T_1^2} = 1,2 \cdot \frac{0,41}{2} + \left(0,02 \cdot \frac{0,07}{2} + 0,3 \right) \sqrt{7,9^2 + 1,2^2} = 2,6 \text{ кНм}$$

Выбор электродвигателя для вращателя

Мощность электродвигателя привода определяется по формуле:

$$N_{дв} = \frac{0,7355 \times M_{кр} \times n}{71620 \times \eta}$$

Где n – частота вращения изделия;

η – КПД всех передаточных звеньев от электродвигателя к изделию;

$M_{кр}$ – наибольший крутящий момент;

Подставляем все значения и получаем

$$N_{дв} = \frac{0,7355 \times 47 \times 10^3 \times 2,1 \times 10^{-4}}{71620 \times 0,5} = 0,0002 \text{ кВт}$$

$$N_{дв} = \frac{0,7355 \times 2,6 \times 10^3 \times 2,1 \times 10^{-4}}{71620 \times 0,4} = 0,001 \text{ кВт}$$

Выбираем двигатель удовлетворяющий расчетной мощности.

Марка двигателя	Мощность, кВт	Скольжение, %	КПД, %	Коэф. мощности	Ммакс/Мн	Мп/Мн	Ммин/Мн	Ип/Ин
4AA56A2 УЗ	0,18	8	66	0,76	2,2	2	1,2	5

Расчет усилия прижима фланца на манипуляторе:

$$Q = \frac{m \cdot 0,15 \cdot k}{n},$$

где n – количество прижимов, m – масса элемента, k – коэффициент трения по металлу.

Масса изделия равна 5800 кг.

$$Q = \frac{5800000 \cdot 0,15 \cdot 0,20}{3} = 58 \text{ кН.}$$

10 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе выполняется технико-экономическое обоснование принимаемых инженерных решений. К таким решения относится обоснование выбора рационального процесса сварки изделия из двух сравниваемых вариантов: ручной дуговой сварки и автоматической сварки в среде аргона.

10.1 Исходные данные для проведения сравнительного анализа

Барабанная часть печи собирается из 5 элементов. 3 обечайки по 3м и 2 по 2,12м.

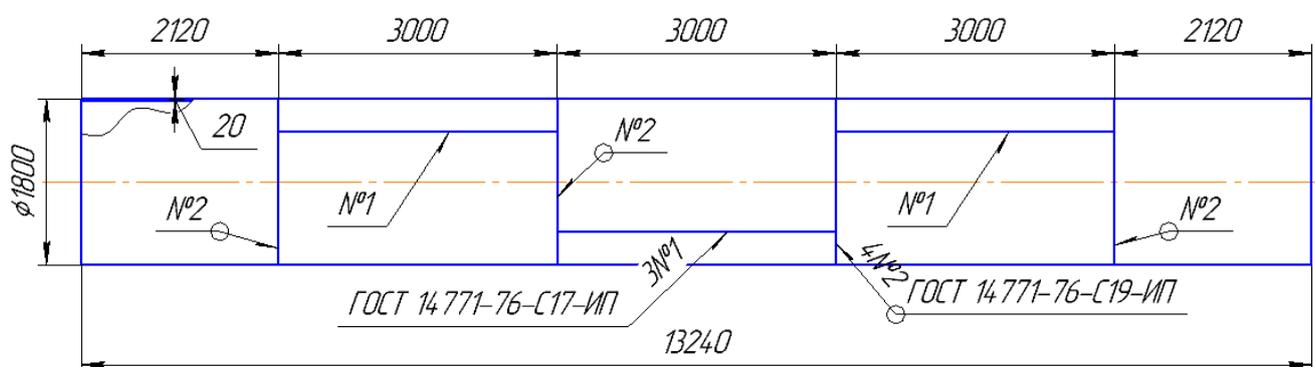


Рисунок 4 – Барабан печи А17/3

Так как барабан ремонтируется в цеху необходимо принимать во внимание, что отдельно собираются 3 обечайки, затем они свариваются между собой, после чего проводится общая сборка барабана. Общая протяженность, количество проходов и площади поперечного сечения всех швов представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Типы соединений и протяженность швов для каждого способа сварки

№	Тип соединения	F_n , мм ²	Количество проходов	Суммарная длина швов, м
2	ГОСТ 5264-80 - С17	376	10	31,6
2	ГОСТ 14771-76- С17	376	5	31,6

10.2 Достоинства и недостатки сравниваемых процессов производства

Для наглядности приведем достоинства и недостатки рассматриваемых способов сварки (таблица 14).

Таблица 14- Достоинства и недостатки двух способов сварки

Ручная дуговая сварка покрытым электродом	Сварка в среде защитных газов проволокой сплошного сечения
<p>Преимущества способа:</p> <ul style="list-style-type: none">– простота процесса и оборудования;– возможность сварки в труднодоступных местах и на монтаже;– большой спектр свариваемых материалов;– спектр свариваемых толщин от 2 мм.	<p>Преимуществами сварки в защитных газах являются:</p> <ul style="list-style-type: none">- высокая производительность (приблизительно в 2,5 раза выше, чем при ручной дуговой сварке покрытыми электродами);- простота механизации и автоматизации;- возможность сварки в различных пространственных положениях;- малая зона термического влияния и относительно небольшие деформации изделий в связи с высокой степенью концентрации дуги;- высокое качество защиты, отсутствие необходимости применения зачистки швов при многослойной сварке;- доступность наблюдения за процессом сварки; возможность сварки металла различной толщины (от десятых долей миллиметра до десятков миллиметров).
<p>Недостатки способа:</p> <ul style="list-style-type: none">– не высокая производительность;– большие расходы материалов на огарки и разбрызгивание;– самый тяжёлый способ по технике исполнения;– многофакторность качества.	<p>Недостатками способа:</p> <ul style="list-style-type: none">- открытая дуга, что повышает опасность поражения зрения световым излучением,- необходимость защиты зоны сварки от сквозняков (при струйной защите), что затрудняет применение этого вида сварки в монтажных условиях на открытом воздухе.

10.3 Сварочные материалы

В качестве сварочных материалов используются для сварки в среде защитных газов: сварочную проволоку и защитный газ, а для ручной дуговой сварки - электроды. Выбор марок осуществлялся в п.3.1. Приведем сводную

таблицу материалов и их стоимости (таблица 15). Цены взяты по состоянию на 2016 г., на сайтах компаний производителей.

Таблица 15 – Сварочные материалы

	Механизированная в защитном газе	Цена, руб/кг (руб/л)
Электроды	ОЗЛ-17У	910
Сварочная проволока	Св-01Х23Н28М3Д3Т	800
Защитный газ	Аргон, высший сорт	0,033

10.4 Определение норм времени на сварку

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

$$T_{шк} = [(t_o + t_{ви}) \times l + t_{в.и.}] \times K_{об} + \frac{t_{пз}}{n}, \quad (13)$$

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

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

$t_{ви}$ - 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);

$t_{пз}$ - 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 ручной дуговой сварки и автоматической сварки в среде аргона проводим по методике, изложенной в [11,12].

Таблица 16 – Основное время для сварки в среде защитных газов и ручной дуговой сварки (на один стык)

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение мин/пог.м
	РДС	сварка в Ar	
Скорость сварки V_{ce} , м/ч			
1 проход	7,9	6	
2 проход	6,1	4,7	
3 проход	6,1	4,7	
4-10 проходы	6,1	3,6	
Расчетная формула $t_0 = \frac{60}{V_{ce}}$	$t_0 = \frac{60}{7,9} + \frac{60}{6,1} \times 9 = 96$	$t_0 = \frac{60}{6} + \frac{60}{4,7} \times 2 + \frac{60}{3,6} \times 2 = 69$	+27

Определение основного время на сварку показало, что при сварке в Ar основное время меньше чем при обычной РДС, это достигается тем, что ток сварки при автоматической сварке выше, а так же меньше количество проходов.

Необходимые данные для расчета значений времени $t_{в.ш}$, $t_{в.шз}$, а также коэффициента $k_{об}$ получены из [16].

Таблица 17 - Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

Элементы работы	Сравниваемые процессы		Изменение мин/пог.м
	РДС	сварка в Ar	
Очистка перед сваркой, свариваемых кромок от налета ржавчины и осмотр	0,4	0,5	—
Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла	0,4	0,2	—
Откусывание огарков проволоки	-	0,1	—
Установка и смена электродов, мин	0,39		

Осмотр и промер шва	0,3	0,3	—
Удаление остатка проволоки из головки полуавтомата. Смена кассеты. Подача проволоки в головку.	-	0,25	—
Всего	1,49	1,35	0,14

Таблица 18 - Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования

Элементы работы	Сравниваемые процессы	
	РДС	сварка в Ar
Время на установку, мин	7,4	7,4
Снятие и транспортировка, мин	6,4	6,4
Перемещение сварщика, мин	0,2	0,2
Клеймение шва, мин	0,21	0,21
Всего	14,21	14,21

Таблица 19 - Подготовительно-заключительное время для сварки в среде Ar и РД сварки.

№ п/п	Содержание работы	Вид сварки	Сложность работы	
			простая	сложн.
Время на партию, МИН				
1	Получение производственного задания, документации, инструктажа мастера, получение инструмента	автоматическая	4,0	6,0
2	Ознакомление с работой	автоматическая	3,0	5,0
		ручная	2,0	4,0
3	Подготовка к работе баллона с газом, подключение и продувка шлангов	автоматическая	4,0	4,0
4	Установка, настройка и проверка режимов сварки	автоматическая	3,0	3,0
		ручная	1,0	1,0
5	Подготовка рабочего места и приспособление к работе	автоматическая	4,0	7,0
		ручная	2,0	4,0
6	Сдача работы	автоматическая	2,0	3,0
		ручная	2,0	3,0

Для Ar $t_{n.з} = 4 + 3 + 4 + 3 + 4 + 2 = 20$ мин;

Для РДС $t_{n.з} = 4 + 2 + 0 + 1 + 2 + 2 = 11$ мин.

Таблица 20 – Определим штучное время

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение $\frac{\text{мин}}{\text{изделие}}$
	РДС	сварка в Ar	
t_o – основное время на сварку, мин/м	96	69	-
$t_{ви}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым швом на 1 пог. м шва, мин	1,49	1,35	-
l – длина шва (общая - 2 стыка)	31,6	31,6	-
$t_{виз}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым изделием, мин	14,21	14,21	-
$K_{об}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности	1,10	1,15	-
Расчетная формула	$T_{шт} = [(t_o + t_{ви}) \cdot l + t_{виз}] K_{об}$		

Для РДС $T_{шт} = [(96+1,49) \times 31,6 + 14,21] \times 1,1 = 3404$

Для Ar $T_{шт} = [(69+1,49) \times 31,6 + 14,21] \times 1,15 = 2578$

Таблица 21 – Размер партии

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение
	РДС	сварка в Ar	
$T_{см}$ – продолжительность одной рабочей смены	8	8	-
$T_{шт}$ – штучное время	3404	2578	+826
Расчетная формула $n = \frac{T_{шт}}{T_{см} \cdot 60}$	$n = \frac{3404}{8 \cdot 60} \approx 7$ смен	$n = \frac{2578}{8 \cdot 60} \approx 5$ смен	+2

Изменение произошло из-за основного времени на сварку и вспомогательного времени, связанного со свариваемым швом.

Таблица 22 – Штучно – калькуляционное время

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение $\frac{\text{мин}}{\text{изделие}}$
	РДС	сварка в Ar	
$T_{шт}$ – штучное время	3404	2578	-
$t_{пз}$ – подготовительно –	11	20	-

заключительное время			
n – размер партии	7	5	-
Расчетная формула $T_{\text{ук}} = T_{\text{ум}} + \frac{t_{\text{нз}}}{n}$	$T_{\text{ук}} = 3404 + \frac{11}{7} = 3405$	$T_{\text{ук}} = 2578 + \frac{20}{5} = 2582$	+823

Изменение произошло из-за штучного времени и размера партии.

Таблица 23 – Масса наплавленного металла шва

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение кг
	РДС	сварка в Ar	
F_n – площадь наплавленного металла, см ²	37,6	37,6	-
L – длина шва, см	3160	3160	-
γ – плотность наплавленного металла, г/см ³	7,8	7,8	-
Расчетная формула $G = F \cdot L \cdot \gamma$	$G = 37,6 \cdot 3160 \cdot 7,8 = 927$ кг		0

10.7 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

Рассматривается возможность изготовления сварного изделия с использованием альтернативных способов и средств сварки, которыми располагает предприятие и когда необходимо выбрать лучший процесс. В подобной ситуации выбор лучшего решения должен осуществляться на основе текущих затрат.

При их определении во внимание следует принимать лишь релевантные затраты, то есть такие, которые будут различаться в сравниваемых вариантах и которые могут повлиять на выбор лучшего варианта. Очевидно при сравнении РДС и сварки в защитном газе нет необходимости учитывать затраты на основной материал, из которого изготавливается сварная конструкция, поскольку анализируемые процессы практически не оказывают заметного влияния на расход основного материала.

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

$$C = C_{\text{см}} + C_{\text{оз}} + C_{\text{дз}} + C_{\text{сц}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{р}}, \quad (14)$$

где $C_{\text{см}}$ – 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_p – затраты на ремонт, руб.

Таблица 24 – Затраты на сварочные материалы

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд
	РДС	сварка в Ar	
$g_{нм}$ – масса наплавленного металла, кг/изд	927	927	-
k_n – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла	1,6	1,08	-
$C_{см}$ – цена электродов/электродной проволоки, за кг ОЗЛ-17У Св-01Х23Н28МЗДЗТ	910	800	-
Расчетная формула $C_{см} = g_{нм} \cdot k_n \cdot C_{см}$	$C_{см} = 927 \cdot 1,6 \cdot 910 = 1349712$	$C_{см} = 927 \cdot 1,08 \cdot 800 = 80594$	+1 269 119

Таблица 25 - Затраты на защитный газ

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд
	РДС	сварка в Ar	
$g_{газ}$ - норма расхода газа, л/мин	-	13,00	-
t_0 - основное время на сварку, мин/м	-	69	-
l - длина сварного шва, м/издел	-	31,6	-
$C_{газ}$ - цена за единицу газа, руб/л	-	0,033	-
Расчетная формула $C_{газ} = g_{газ} \cdot t_0 \cdot l \cdot C_{газ}$	-	935	-935

Таблица 26 – Затраты на заработанную плату рабочих

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд
	РДС	сварка в Ar	
$C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий	30000	30000	–
$F_{мп}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц $F_{мп} \approx 172$ часов/месяц	172	172	–
$t_{шк}$ – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	3405	2582	-
Расчетная формула $C_3 = \frac{C_{мз} \cdot t_{шк}}{F_{мп} \cdot 60}$	$C_3 = \frac{30000 \cdot 3405}{172 \cdot 60} = 9898$	$C_3 = \frac{30000 \cdot 2582}{172 \cdot 60} = 7506$	+2392

Изменение затрат произошло из-за штучно–калькуляционного времени на выполнение операции.

Таблица 27 – Отчисления на социальные цели

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд
	РДС	сварка в Ar	
$k_{отч}$ – процент отчислений на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы	30%	30%	–
C_3 – Затраты на заработанную плату рабочих	9898	7506	–
Расчетная формула $C_{отч} = \frac{k_{отч} \cdot C_3}{100}$	$C_{отч} = \frac{30 \cdot 9898}{100} = 2969$	$C_{отч} = \frac{30 \cdot 7506}{100} = 2252$	+717

Изменение произошло из-за затрат на заработанную плату рабочих.

Таблица 28 – Затраты на электроэнергию

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд
	РДС	сварка в Ar	
U – напряжение, В	27	26	–
I – сила тока, А	155	206	–

t_o – основное время сварки, мин/м	96	69	–
l – длина сварного шва, м/изд	31,6	31,6	–
η – коэффициент полезного действия источника питания	0,80	0,85	–
$\Pi_{эл}$ – стоимость 1 кВт-ч электроэнергии, руб	3,50	3,50	–
Расчетная формула $C_{эм} = \frac{U \cdot I \cdot t_o \cdot l}{60 \cdot \eta \cdot 1000} \cdot \Pi_{эл}$	$C_{эм} = \frac{27 \cdot 155 \cdot 96 \cdot 31,6}{60 \cdot 0,8 \cdot 1000} \cdot 3,5 = 926$ руб/изд	$C_{эм} = \frac{26 \cdot 206 \cdot 69 \cdot 31,6}{60 \cdot 0,8 \cdot 1000} \cdot 3,5 = 851$ руб/изд	+75

Изменение затрат произошло из-за основного время сварки и сварочного тока.

Таблица 29 – Затраты на ремонт оборудования

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб\изд
	РДС	сварка в Ar	
Π_j – цена оборудования соответствующего вида	196 500	4 674 500	–
$k_{рем}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт	0,25	0,25	–
$t_{шк}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	3405	2582	–
$F_{ГО}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч (в 2016 при 8 часовом р. д.)	1974	1974	–
k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования	0,8	0,8	–
Расчетная формула $C_p = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_j \cdot k_{рем} \cdot t_{шк}}{F_{ГО} \cdot k_3 \cdot 60}$	$C_p = \frac{196500 \cdot 0,25 \cdot 3405}{1974 \cdot 0,8 \cdot 60} = 1765$	$C_p = \frac{4674500 \cdot 0,25 \cdot 2582}{1974 \cdot 0,8 \cdot 60} = 31845$	-30080

Изменение затрат произошло из-за количества видов оборудования, используемого для выполнения операций технологического процесса сварки, цены оборудования соответствующего вида и штучно – калькуляционного времени на выполнение операции.

Таблица 30 – Результаты расчетов

Наименование	РДС	сварка в Ar	Разница (1)–(2)
1. Сварочные материалы			
Электродная проволока		80594	-80594
Электроды	1 349 712		+1 349 712
Аргон		935	-935
2. Основная зарплата	9898	7506	+2392
3. Социальные цели	2969	2252	+717
4. Электроэнергия	926	851	+75
5. Ремонт	1765	31845	-30080
Итого	1 365 270	123 983	+1 241 287

Годовой объем производимой продукции может быть принят равным годовой производительности оборудования по лучшему варианту сварки [6]:

$$Q_{\Gamma} = \frac{F_{ГО} \cdot k_3 \cdot 60}{t_{ШК_{\Gamma P}}}, \quad (15)$$

где $t_{ШК_{\Gamma P}}$ – норма времени на сварку по лучшему процессу сварки, мин/изд.

$$Q_{\Gamma} = \frac{1974 \cdot 0,8 \cdot 60}{2582} = 36 \text{ ед/руб.}$$

Годовой экономический эффект от применения механизированного сварки в аргоне можно рассчитать по формуле:

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = Q_{\Gamma} \times \overline{\Delta c} = 36 \times 1241287 = 44686332 \text{ руб/год} \quad (16)$$

где $\overline{\Delta c}$ – изменение затрат руб/изд;

Итак, более выгоден второй вариант, то есть сварка в аргоне. Этот вариант нам обходится дешевле на 1 241 287 руб/изд и годовой экономический эффект от применения данного варианта составляет 44 686 332 руб/год.

10.5 Экономическая оценка эффективности инвестиций

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

Худший из вариантов имеется, а другой вариант будет внедряться (он раньше отсутствовал). Исходим из того, что РДС применяется, а предлагается механизированная сварка в среде аргона.

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:

$$NPV = \frac{\sum_{t=1}^n (\Delta\Pi_{ч_t} + \Delta C_{a_t})}{\left(1 + \frac{i}{100}\right)^t} - I_0, \quad (17)$$

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:

$$\Delta\Pi_{ч_t} = \left(\overline{\Delta C}_t \cdot Q_{Г_t} - \Delta C_{a_t} \right) \cdot (1 - N_{пр}), \quad (18)$$

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;

$N_{пр}$ – ставка налога на прибыль ($N_{пр} = 20\%$).

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

$$\Delta C_{a_t} = C'_{a_t} - C''_{a_t}, \quad (19)$$

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 самортизировали, т.е. $C'_{a_t} = 0$.

Затраты на амортизацию оборудования

$$C_a = \frac{\sum_{j=1}^n Ц_j}{T_{ПИ}} \quad (20)$$

где $Ц_j$ – цена оборудования соответствующего вида;

$T_{ПИ}$ – срок полезного использования оборудования (для сварочного оборудования $T_{ПИ} = 5 - 7$ лет)

$$C_a = 4\,674\,500 / 5 = 934\,900 \text{ руб/год.}$$

Расчет чистой текущей стоимости представим в виде таблицы 31.

Таблица 31 – Расчет чистой текущей стоимости

Наименование показателей	Расчетный период, годы					
	0	1	2	3	4	5
1. Коэффициент загрузки, k_3	0	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
2. Годовой объем производства Q_T , ед/год	0	23	28	32	36	46
3. Удельная экономия на текущих издержках $\overline{\Delta C}_T$, руб./ед	0	1241287	1241287	1241287	1241287	1241287
4. Годовая экономия на текущих издержках, руб/год ($C_2 \cdot C_3$)	0	28549601	34756036	39721184	44686332	57099202
5. Амортизация ΔC_a , руб./год	0	934900	934900	934900	934900	934900
6. Изменение годовой прибыли ($C_4 - C_5$), руб/год	0	27614701	33821136	38786284	43751432	56164302
7. Налог на прибыль (20% от C_6), руб./год	0	5522940	6764227	7757256	8750286	11232860
8. Изменение чистой прибыли, руб./год ($C_6 - C_7$)	0	22091760	27056908	31029027	35001145	44931441
9. Чистый денежный поток от операционной деятельности, руб/год ($C_5 + C_8$)	0	23026660	27991808	31963927	35936045	45866341
10. Инвестиции, руб.	-4674500	-	-	-	-	-
11. Коэффициент дисконтирования, при $i = 10\%$	1,0	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621
12. Дисконтированный денежный поток (C_9 и $C_{10} - C_{11}$)	-4674500	20931234	23121234	24004909	24544319	28482998
13. Накопленный дисконтированный денежный поток	-4674500	16256734	39377968	63382878	87927197	116410195

Чистая текущая стоимость равняется

$$NPV = \left[\frac{20931234}{(1+0,1)^1} + \frac{23121234}{(1+0,1)^2} + \frac{24004909}{(1+0,1)^3} + \frac{24544319}{(1+0,1)^4} + \frac{28482998}{(1+0,1)^5} \right] - 4674500 = 116410195 \text{ руб.}$$

Расчет срока окупаемости осуществляем по формуле:

$$n_{ок} = n + (D_n / D_{n+1}), \quad (21)$$

где n – расчетное значение срока окупаемости;

D_n – непокрытая часть накопленного денежного потока в момент года n ;

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

$$n_{ок} = 0 + (4674500 / 20931234) = 0,2 \text{ года.}$$

Расчет индекса доходности проведем по формуле:

$$PI = 1 + (NPV / I_0) = (116410195 / 4674500) + 1 = 26. \quad (22)$$

Формально проект признается эффективным если $PI > 1,0$.

Проведен технико–экономический анализ ремонта барабанной печи А17/3 ручной дуговой сваркой и автоматической сваркой в среде аргона и приспособления для ремонта.

По затратам на сварку изделия сварка в аргоне более выгодна, чем ручная дуговая. Он нам обходится дешевле на 1 241 287 руб./изд.

Учитывая условия, когда ручная дуговая сварка имеется на предприятии, а сварка в аргоне будет внедряться, такая ситуация тоже выгодна. 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) высокие. Индекс доходности при ставке дисконтирования $i = 10 \%$, $PI = 26$, а проект считается эффективным, если $PI > 1,0$.

Из показателей экономической оценки инвестиций можно сделать вывод, что внедрение сварки в аргоне и приспособления для ремонта выгодно.

11 Социальная ответственность

11.1 Производственная безопасность

Общий размер цеха составляет 2000 м². Рабочее место на сварочном участке – ремонта барабанной печи А-17/3, составляет 300 м². Следует отметить, что площадь одного рабочего места сварщика не должна быть меньше 4,5 м².

На участке проведения ремонтно-восстановительных работ могут иметь место такие опасные и вредные факторы:

- Шумы и вибрации на рабочем месте;
- Возможность поражения электрическим током;
- Световое излучение сварочной дуги;
- Наличие в воздухе вредных смесей, пыли;
- Пожарная опасность;
- Слабое освещение рабочего места;
- Отклонение параметров микроклимата от нормативных требований;
- Физические перегрузки.

11.1.1 Шумы и вибрации

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003-83* [19] и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [20].

На рабочем месте сварщика шумящее оборудование:

- сварочный полуавтомат;
- станки (токарные, фрезерные и другие);
- стенд для сборки и сварки;
- кран – балка;
- отрезной инструмент.

Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в дБ, в октавных полосах частот, который

сравнивают с предельным спектром. Уровень звукового давления ~ 74 дБА, что не превышает норм 80 дБА (по ГОСТ 12.1.003–83) [19]. Для защиты от шума предлагается использовать наушники Optime III со стандартным оголовьем (H540A-411-SV) со снижением уровня шума на 40 дБ.

11.1.2 Электробезопасность

Сварщику на своем рабочем месте приходится работать с оборудованием, находящимся под напряжением 220 В частотой 50 Гц, поэтому возникает опасность поражения электрическим током. В нашем случае, для сварки используется источник питания ВДУ-506, сварочный автомат А-1417, газовое оборудование высокого давления – все это представляет потенциальную угрозу для человека. Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019–79 [27].

Для того чтобы избежать возможности поражения электрическим током необходимо соблюдать требования, установленные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭ и ПТБ) и «Правилами устройства электроустановок». [27] Эти требования предусматривают:

- наличие рубильника на щите для общего отключения питания;
- наличие отдельных рубильников для отключения питания каждого рабочего места;
- наличие разводки питания к каждому рабочему месту, которое должно заканчиваться розетками с заземляющим проводом;
- наличие предохранительных устройств для защиты от перегрузок общей сети питания и в цепи разводов.

Наиболее распространенными причинами электротравматизма являются:

- 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 незащищенным токоведущим частям при отсутствии соответствующих ограждений;

- воздействие электрической дуги, возникающей между токоведущей частью и человеком в сетях напряжением выше 1000В, 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. [27]

Основными условиями, обеспечивающими устранение электротравм являются:

- а) правильное устройство электроустановок;
- б) обученность электроперсонала;
- в) соблюдение правил по безопасному обслуживанию электроустановок;
- г) надзор за производством работ в электроустановках.

При выполнении мер защиты в электроустановках напряжением до 1 кВ класса применяемого электрооборудования по способу защиты человека от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007.0 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» [28] следует принимать в соответствии с таблицей 32.

В результате проведенного анализа для предотвращения случаев электротравматизма на рабочем месте, рекомендуется применение электрооборудования класса 0. Помимо этого в качестве дополнительной защиты использовать сетевые фильтры, источники бесперебойного питания, использование закрытых розеток.

Таблица 32 - Применение электрооборудования в электроустановках напряжением до 1 кВ

Класс по ГОСТ 12.2.007.0 Р МЭК536	Маркировка	Назначение защиты	Условия применения электрооборудования в электроустановке
Класс 0	-	При косвенном прикосновении	1. Применение в непроводящих помещениях. 2. Питание от вторичной обмотки разделительного трансформатора только одного электроприемника
Класс I	Защитный зажим -знак  или буквы PE, или желто-зеленые полосы	При косвенном прикосновении	Присоединение заземляющего зажима электрооборудования к защитному проводнику электроустановки
Класс II	Знак 	При косвенном прикосновении	Независимо от мер защиты, принятых в электроустановке
Класс III	Знак 	От прямого и косвенного прикосновений	Питание от безопасного разделительного трансформатора

Помещения по электробезопасности подразделяются на 3 группы [29]:

1. Помещение без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18—20°, с влажностью 40—50%.

2. Помещение с повышенной опасностью (где имеется один из следующих признаков: повышенная температура, влажность 70—80%, токопроводящие полы, металлическая пыль, наличие заземления, большого к-ва оборудования).

3. Помещения особо опасные, в которых имеется наличие двух признаков из второй группы или имеются в помещении едкие или ядовитые взрывоопасные вещества.

В нашем случае участок по сборке и сварки рекламных конструкций относится к 2ой группе электробезопасности.

11.1.3 Излучение сварочной дуги

Используется дуговая механизированная сварка - полуавтоматическая сварка в защитном газе CO_2 . При этом виде сварки имеет место ультрафиолетовое (УФ), видимое и инфракрасное (ИК) излучения.

Нормирование ИК и УФ излучений осуществляется, согласно санитарным нормам СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Для защиты окружающих от сварочного излучения предлагается использовать ограждения-ширмы, а для защиты сварщика от оптических излучений сварочной дуги и ванны необходимо применять защитные щитки сварщика по ГОСТ 12.4.035 [42] с защитными светофильтрами серии «С» по ОСТ 21-6-87 [43]. Выбор светофильтров зависит от силы сварочного тока.

11.1.4 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». 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 33 представлены классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей [17].

Таблица 33 - Классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей.

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 предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений не должна превышать величин, указанных в таблице 33.

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 34 [17].

Таблица 34 - Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ

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 [18].

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

11.1.5 Пожарная безопасность

Пожары на предприятиях представляют большую опасность для работающих и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопрос

обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и помещений имеет государственное значение. Пожары могут возникнуть либо из-за халатности работников, либо как стихийное бедствие [49].

В процессе эксплуатации экспериментальных установок пожар может возникнуть в случае короткого замыкания. Для предотвращения этого обязательно должны быть устройства защиты от короткого замыкания. К ним относятся: плавкие вставки, токовые реле, автоматы и т.п.

Пожар также может возникнуть в результате перегрузок установок и вследствие этого перегрева проводов, при попадании брызг расплавленного металла на легко воспламеняющиеся материалы. Пожар также может возникнуть из-за самовозгорания промасленной ветоши и других материалов склонных к самовозгоранию.

Работы выполняются на сварочном участке по взрывопожарной и пожарной опасности категории помещений «Г».

Необходимо проводить следующие мероприятия по предупреждению пожаров [49]:

- по возможности в помещении должно находиться минимальное количество сгораемых материалов;
- в помещении, где постоянно проводятся сварочные работы, должны быть бетонные полы;
- не допускать перегрузки источников питания сварочной дуги, для этого в цепи питания источника должен быть автомат, отключающий источник питания при перегрузке;
- во избежание искрения, соединительные провода и кабель подключать в соответствии с правилами электробезопасности и тщательно изолировать.
- каждый сварочный пост должен иметь средства пожаротушения огнетушители ОП-3 и ПУ-3, бачок или ведро с водой, а также ящик с песком и лопатой.

- после окончания сварочных работ следует проверять рабочее место, помещение и зону, где производились сварочные работы и не оставлять открытого пламени и тлеющих предметов.

При возникновении пожара необходимо отключать от сети сварочный аппарат и принять меры к тушению пожара первичными средствами. Включение сварочного аппарата после ликвидации пожара допускается лишь после очистки и продувки всего электрооборудования и проверки установки.

При возникновении пожара люди должны покинуть помещение в течение минимального времени, которое определяется кратчайшим расстоянием от места их нахождения до выхода наружу [49].

11.1.6 Электробезопасность

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 на корпусе, коже и других частях машины, что достигается использованием двойной изоляции, а также применением защитного заземления.

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

Все оборудование сварочных цехов и участков должно соответствовать "Правилам устройства электроустановок" (ПУЭ) и действующим ГОСТ 12.1.007.0 - 75 "Система стандартов безопасности труда. Оборудование электротехническое. Общие требования безопасности." И ГОСТ 12.2.007.8 - 75 "Система стандартов безопасности труда. Оборудование электросварочное

и для плазменной обработки. Требования безопасности.”, 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 оплавления, 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.

11.1.7 Расчет защитного заземления

Искусственное заземляющее устройство состоит из вертикальных электродов (заземлителей) и горизонтально расположенной соединительной полосы.

В качестве заземлителей применяем уголок сечением 40×40 мм² верхние контуры заземлителей соединены между собой с помощью полосовой стали. Полосовую сталь применяем сечением 4×12 мм².

Для того чтобы уменьшить колебание удельного сопротивления грунта заземлители забивают в землю так, чтобы их верх находился на расстоянии

$h_n=0,8$ м от уровня поверхности земли, тем самым достигается более влажные и непромерзающие слои грунта (рисунок 5).

Оборудование работает под напряжением 380 В. По таблице 3.1[17] определяем, что по нормам для нашего случая допускаемое сопротивление заземлителей $r_э$ должно быть не более 4 Ом, а по таблице 3.3 [17] удельное сопротивление грунта (суглинок) составляет $\rho_э = 1 \cdot 10^4$ Ом·см.

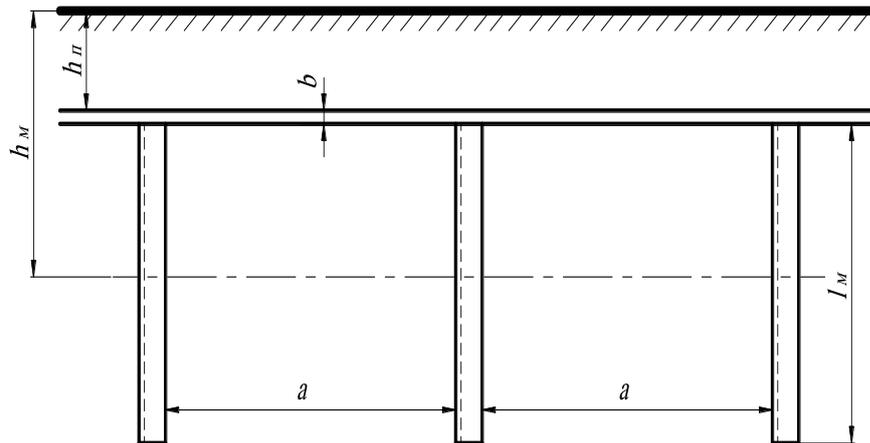


Рисунок 5 - Схема устройства искусственного заземления

Учитывая возможное промерзание грунта зимой и просыхания летом, определяем расчетные значения удельного сопротивления грунта для полосы ρ_n и для электродов $\rho_э$ по формулам [17]:

$$\rho_n = \rho \cdot K_n, \quad (23)$$

$$\rho_э = \rho \cdot K_э, \quad (24)$$

где K_n и $K_э$ – повышающие коэффициенты для соответствующей климатической зоны.

Для города Томска $K_n = 1,9$ и $K_э = 4,5$.

$$\rho_n = 1 \cdot 10^4 \cdot 1,9 = 1,9 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{см},$$

$$\rho_э = 1 \cdot 10^4 \cdot 4,5 = 4,5 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{см}.$$

Сопротивление растеканию тока от одного забитого в землю уголка определяем по формуле [17]:

$$R_э = \frac{\rho_э}{2\pi \cdot l_m} \left(\ln \cdot \frac{2 \cdot l_m}{d} + 0,5 \cdot \ln \cdot \frac{4 \cdot h_m + l_m}{4 \cdot h_m + l_m} \right), \quad (25)$$

где l_m – длина электрода, см; $l_m = 300$ см;

d – диаметр электрода, см²;

h_m – глубина заложения электрода, см; $h_m = 230$ см.

При использовании электрода из уголковой стали диаметр электрода определяют по формуле [17]:

$$d = 0,95 \cdot b, \quad (26)$$

где b – ширина полки уголка, см;

$$d = 0,95 \cdot 4 = 3,8 \text{ см}^2,$$

$$R_3 = \frac{1,9 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 300} \left(\ln \cdot \frac{2 \cdot 300}{3,8} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 230 + 300}{4 \cdot 230 - 300} \right) = 54,3 \text{ Ом.}$$

Потребное число заземлителей определяем по формуле [17]:

$$n = \frac{R_3}{r_3}, \quad (27)$$

$$n = \frac{54,3}{4} = 13,5 \text{ шт.}$$

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

При расположении электродов в ряд длина соединительной полосы определяется по формуле [17]:

$$l_n = a \cdot n, \quad (28)$$

где a – расстояние между электродами, см; $a = 900$ см.

$$l_n = 900 \cdot 12 = 10800 \text{ см.}$$

Сопротивление соединительной полосы вычисляют по формуле [17]:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}, \quad (29)$$

$$R_n = \frac{4,5 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 10800} \cdot \ln \frac{2 \cdot 10800^2}{80 \cdot 1,2} = 9,74 \text{ Ом.}$$

Результирующее сопротивление системы заземления вычисляют по формуле [17]:

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n \cdot \eta_3 \cdot n}, \quad (30)$$

где η_n – коэффициент использования полосы; $\eta_n = 0.76$ [17];

η_o – коэффициент использования электродов; $\eta_o = 0,81$ [17].

$$R_c = \frac{54,3 \cdot 9,74}{54,3 \cdot 0,76 + 9,74 \cdot 0,81 \cdot 12} = 3,88 \text{ Ом.}$$

Таким образом, общее сопротивление защитного заземления не превышает допустимого по нормам.

11.1.8 Освещение

Проектирование, устройство и эксплуатация освещения должны выполняться в соответствии с требованиями санитарных правил, действующих СНиП II-A.9-71, норма освещенности 200 лк, а так же правил устройства электроустановок [22].

Во всех производственных помещениях, в которых постоянно пребывает человек, должно быть предусмотрено естественное освещение. Основная задача освещения – создание наилучших условий для видения. В действующих нормах проектирования помещений СНиП II-4-79 задаются как количественная, так и качественная характеристика искусственного освещения.

При определении норм освещенности следует учитывать ряд условий вызывающих необходимость повышения уровня освещенности выбранного по точности зрительной работы. Допустимые коэффициенты пульсации в зависимости от системы освещения и характера выполняемой работы не должна превышать 10-20 % [22]. Цветовая отделка интерьеров помещений и оборудования в сварочных цехах должна соответствовать указаниям по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий.

11.2 Экологическая безопасность

Охране окружающей среды необходимо уделять большое внимание, так как неконтролируемые производственные процессы наносят огромный ущерб природе.

Загрязнение окружающей среды промышленными предприятиями

связано в основном с загрязнением атмосферы и воды, используемой для различных целей на производстве: охлаждение оборудования, промывка деталей и т. д.

Одним из направлений связанных с уменьшением загрязнения окружающей среды промышленностью, является развитие безотходного или малоотходного производства. В них все отходы, в том числе загрязняющие воду и воздух, либо отсутствуют, либо используются в других технологических циклах данного производства. Так, для охлаждения технологического оборудования и деталей, используют обратное водоснабжение. При этом вода, выполнившая свою роль в охлаждении оборудования, неоднократно используется: поступает на охлаждение, затем через насос снова подается в технологический водопровод и т. д.

Загрязнение атмосферы оказывает вредное влияние на организм человека, отрицательно сказывается на общей экологической обстановке.

Поэтому следует проводить следующие технологические и санитарно - гигиенические мероприятия, как указано в [18]:

- совершенствование технологических процессов производства, герметизация оборудования, утилизация отходов;

- очистка воздуха, удаляемого вытяжной вентиляцией из цехов и отделов промышленного предприятия.

- В камерах происходит лишь грубая очистка воздуха от пыли. В них задерживаются пылинки диаметром 30-40 мк. В связи с этим, нередко необходимо вторая ступень очистки воздуха в сетчатых, матерчатых фильтрах и других устройствах.

Для очистки технологических и вентиляционных выбросов от вредных газов и паров применяют адсорберы. В адсорберах очищаемый поток пронизывает слой адсорбента, состоящего из зернистого вещества с развитой поверхностью, например, активированный уголь и др. При этом вредные газы и пары связываются с адсорбентом и в дальнейшем могут быть выделены из него химическим путем.

Для удаления аэрозолей и пыли, широко применяются инерционные пылеуловители типа «Циклон». Следует отметить применение электрофильтров и ультразвуковых пылеуловителей. Принцип действия первых основан на том, что частицы пыли, проходя с воздухом через электрические поля, получают заряды и, притягиваясь, оседают на электродах, с которых затем удаляются механически.

Вышеперечисленным вопросам уделяется большое внимание на производстве. Существует бюро охраны окружающей среды, которое обеспечивает соблюдение требований к природоопасным производствам, контролирует работу производственных очистных сооружений.

11.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При проведении анализа рабочего места сварщика предмет возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) и действий персонала, определены следующие меры защиты.

Меры защиты включают [38]:

- обнаружение поражающих факторов (заражения);
- оповещение персонала об опасности;
- защиту оборудования от воздействия поражающих факторов;
- эвакуацию персонала и материальных ценностей из зон опасности;
- использование средства коллективной защиты персоналом;
- использование персоналом средств индивидуальной защиты (СЗОД, СЗК, МСЗ).

Выводы из анализа по данному этапу:

- используются кнопки аварийного оповещения персонала;
- для защиты оборудования производится останов и обесточивание;
- для защиты персонала необходимо: установить систему сигнализации с выводом в диспетчерскую; установить систему оповещения персонала (по радио) и т.д.
- персонал должен быть обеспечен СИЗ (противогазы).

- помещения должны быть оборудованы планом эвакуации с указателями направления аварийных выходов и расположением средств пожаротушения. [38]

Из выше проведенного анализа следует, что участок сварщика соответствует нормам ГО и ЧС. Оборудовано в полной мере средствами индивидуальной и коллективной защиты. В качестве дополнительной защиты производить систематический инструктаж с проверкой знаний по технике безопасности, предупреждения и действия персонала при чрезвычайных ситуациях и ликвидации пожара раз в год, с записью в журналах инструктажа.

11.4 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. [54]

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".[54]

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.

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 работающих отдельных видов профессий. Они разрабатываются на основе типовых инструкций (межотраслевых, отраслевых), требований безопасности, изложенных в эксплуатационных и ремонтной документации, с учетом условий производства.

Инструкции для работающих разрабатывает руководитель работ, согласует ее с профкомом и утверждает ее у руководителя предприятия. [54]

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была разработана конструкция приспособлений для усовершенствования технологии ремонта реакционной печи А-17/3.

Первое приспособление позволяет собирать обечайки барабана и производить сварку продольных швов. Второе приспособление позволяет собрать всю конструкцию вместе и произвести сварку кольцевых швов. Также для увеличения производительности и повышения качества сварных соединений был заменен способ ручной дуговой сварки покрытыми электродами на автоматическую сварку в среде защитных газов (аргоне).

По результатам, полученных показателей экономической оценки инвестиций и ряду достоинств при изготовлении приспособления можно сделать вывод, что внедрение его в работу ремонтной бригады предпочтительней не только с экономической точки зрения затрат, но и с точки зрения самого процесса организации работ.

Результаты работы в полной мере показывают перспективность применения данных приспособлений для более быстрой замены барабанной части и введения печи в эксплуатацию.

Список используемых источников

- 1 ПОТ РО- 14000-003-98 Правила по охране труда при производстве котельных работ и металлических конструкций
- 2 Хренов К. К. Сварка, резка и пайка металлов. Изд. 4-е. – М.: Машиностроение, 1973. 408 с.
- 3 Малышев Б.Д. Сварка и резка в промышленном строительстве, т.2. М.: Стройиздат, 1989. 400 с.
- 4 Э.Л. Макаров. Сварка и свариваемые материалы. М.: Metallurgia, 1991. – 527с.
- 5 И. Гривняк. Свариваемость сталей. М.: Машиностроение, 1984.- 215с.
- 6 Акулов А.И., Бельчук Г. А., Деменцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. М.: Машиностроение, 1977. -432 с.
- 7 Трущенко Е.А. Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008 - 41 с.
- 8 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.
- 9 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.
- 10 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.
- 11 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.
- 12 Китаев А.М., Китаев Я.А. Справочная книга сварщика - М.: Машиностроение, 1982. 256 с.
- 13 Под редакцией Г. Д. Никифорова. Технология и оборудование

сварки плавлением: Учебник для студентов вузов.- М.: Машиностроение, 1978. 327с.

14 Б.К. Борисов, В.Н. Волченко. Автоматическое управление аргонодуговой сваркой на типовых бесконтактных модулях // Сварочное производство, №10, 1965г. С.12-15.

15 Трущенко Е.А. Сварочные материалы. Учебное пособие. Томск, 2007. 129с.

16 ГОСТ 15150-69 Климатические исполнения

17 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)

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

19 ГОСТ 12.1.003-83* Шум. Общие требования безопасности

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

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

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

23 ГОСТ 12.1.010-76 Взрывобезопасность. Общие требования

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

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

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

27 Елгазин В.И. Расчет защитного заземления.

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

29 Безопасность производственных процессов: справочник. С.В. Белов,

В.Н. Бринза и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.

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

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

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