

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка технологии и оборудования для сварки
отопительной печи

Студент	<u>П.А. Глушков</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.С. Климов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>О.М. Сярдова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>П.А. Корчагин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор, В.В. Ельцов
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Основной операцией при производстве печей отопления является сборка и сварка. В базовом варианте сварка производится с применением штучных электродов. Проектный вариант технологии предлагает использование механизированной сварки в углекислом газе. Однако разбрызгивание при сварке в углекислом газе представляет существенную проблему при производстве конкурентоспособной продукции с хорошим внешним видом.

Цель выпускной квалификационной работы – повышение качества и производительности сварочных операций при производстве отопительных печей.

На основании анализа имеющихся в наличии источников научно-технической информации показана перспективность замены способа ручной дуговой сварки штучными электродами на более перспективный способ – механизированную сварку. Были сформулированы задачи выпускной квалификационной работы, последовательное решение которых позволит достигнуть поставленной цели:

- 1) обоснование замены способа сварки;
- 2) совершенствование операций технологического процесса сборки и сварки изделия;
- 3) составление проектной технологии сборки и сварки изделия;
- 4) произвести экологический анализ предложенных технологических решений на предмет возможной опасности для окружающей среды и работающего персонала;
- 5) произвести экономическую оценку предлагаемых технических решений на предмет эффективности их внедрения в производство.

Пояснительная записка состоит из 56 страниц, графическая часть включает в себя 6 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ современного состояния вопроса сварки отопительных печей	
1.1 Описание и принцип работы изделия	7
1.2 Сведения о материале изделия.	9
1.3 Базовый технологический процесс сборки и сварки изделия.	9
1.4 Анализ содержания источников научно-технической информации по вопросу повышения эффективности дуговой сварки.	12
1.5 Формулировка задач выпускной квалификационной работы.	15
2 Повышение эффективности сварки изделия	
2.1 Обоснование выбора способа сварки.	17
2.2 Выбор защитного газа.	21
2.3 Основные технологические операции.	24
3 Безопасность и экологичность технического объекта	
3.1 Технологическая характеристика объекта.	29
3.2 Персональные риски, возникающие при реализации технологического процесса.	31
3.3 Разработанные технические и организационные предложения по уменьшению выявленных при анализе проектной технологии профессиональных рисков.	33
3.4 Разработанные технические и организационные предложения по обеспечению пожарной безопасности на участке сварки	34
3.5 Оценка безопасности для природной среды предлагаемых технических решений.	36

3.6 Заключение по разделу.	37
4 Оценка экономической эффективности выпускной квалификационной работы	
4.1 Исходные данные для выполнения расчетов.	38
4.2 Расчёт фонда времени.	40
4.3 Расчет нормы штучного времени на изменяющиеся операции технологического процесса	41
4.4 Расчет заводской себестоимости базового и проектного вариантов технологии.	44
4.5 Калькуляция заводской себестоимости базовой и проектной технологии.	44
4.6 Капитальные затраты по базовой и проектной технологиям	48
4.7 Показатели экономической эффективности проектной технологии.	50
4.8 Заключение по экономическому разделу.	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.	54

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время политическая обстановка в России складывается таким образом, что производство товаров должно быть легализовано и обеспечено соответствующей технологией. При этом намечен переход от кустарного и полукустарного производства к хорошо налаженному и технически обеспеченному производству. Если существующие сейчас организации будут не в состоянии обеспечить новый высокий уровень производства, то они будут вытеснены более организованными.

Одним из таких производств является производство индивидуальных отопительных печей, потребность в которых не только сохраняется, но и значительно расширяется по следующим причинам:

- 1) расширение коттеджных и дачных застроек, а так же их «окультуривания»;
- 2) повышение цен на энергоносители (отопление газом и электричеством в ряде случаев становится невыгодным);
- 3) организация «диких» мест отдыха, в которых не предусмотрено централизованное отопление мест ночлега отдыхающих;
- 4) увеличение количества охраняемых объектов и необходимость отапливать посты охраны;
- 5) массовая подготовка населения и властей к возможным отключениям газа и электричества в результате техногенной аварии (на примере Московской области и других регионов России), ближайшего разрушения инфраструктуры (на примере Украины) и военных действий.

Основной операцией при производстве печей отопления является сборка и сварка. В базовом варианте сварка производится с применением штучных электродов. Проектный вариант технологии предлагает использование механизированной сварки в углекислом газе. Однако разбрызгивание при сварке в углекислом газе представляет существенную проблему при производстве конкурентоспособной продукции с хорошим внешним видом.

Также серьёзной проблемой следует считать наличие связи между интенсивностью источника нагрева и увеличением давления на жидкий металл сварочной ванны. Если интенсивность нагрева низкая, то проплавление основного металла будет осуществляться за счёт теплопередачи через жидкий металл. В этом случае затруднено затекание расплавленного металла в щелевые зазоры, что, в конечном итоге, может существенно снизить качество сварки. При этом ещё и снижается производительность сварки. При повышении интенсивности источника нагрева начинают действовать силы электромагнитного происхождения, эти силы оказывают действие на расплавленный металл, вытесняя его из сварочной ванны. В свою очередь, это приводит к интенсивному разбрызгиванию и существенному снижению качества сварки, что не позволяет увеличить производительность сварки.

Таким образом, становится понятно, что повышение эффективности дуговой сварки является комплексной задачей, решение которой позволяет одновременно повысить и качество сварки, и её производительность.

В связи с этим следует признать актуальной **цель** выпускной квалификационной работы – повышение качества и производительности сварочных операций при производстве отопительных печей.

Достижение поставленной цели планируется получить за счёт повышения культуры производства и модернизации технологий на сварочных операциях.

1 Анализ современного состояния вопроса сварки отопительных печей

1.1 Описание и принцип работы изделия

Твердотопливный воздухогрейный котел длительного горения предназначен для экономичного воздушного отопления жилых и производственных помещений, гаражей, подвалов, теплиц, хлевов, кунгов, сушильных камер, а так же для разогрева пищи.

Основной режим работы котла — тление (газогенераторный).

Работа котла допускается в диапазоне изменения температуры окружающей среды от +40 до -60 °С, значение климатических факторов соответствует исполнению УХЛ категории размещения 3 по ГОСТ 15150-69.

В процессе топки для поддержания горения тяга предварительно уменьшается, чтобы обеспечить активное тление. За счет этого время горения одной закладки топлива увеличивается по сравнению с режимом интенсивного горения, а количества выделяемого тепла вполне хватает для поддержания в здании оптимальной температуры. В этом случае тепловая мощность печи должна соответствовать объему обогреваемого помещения. Данное конструктивное решение увеличивает КПД в пять-шесть раз. Одной загрузки топлива хватает на 8...12 часов работы. Данный эффект достигается за счет принципа газогенерации. При работе калорифера в режиме газогенерации происходит медленное горение (тление) топлива за счет уменьшения подачи кислорода воздуха.

Для изготовления печей длительного горения обычно применяется листовая сталь (толщиной 3...6 мм). Небольшие габариты конструкции и относительно малый вес позволяют устанавливать их без обустройства специальных фундаментов. Внешний вид таких печей достаточно разнообразен: от лежащей на боку классической буржуйки до паровозной топки в стиле хай-тек. Каждая печь имеет свои, присущие только ей особенности.

Топливом для печи могут быть древесные отходы, дерево, торф, картон. Растопка производится также, как это делается в обычных дровяных печах и заканчивается тогда, когда калорифер загружен топливом, вся его масса охвачена пламенем и горит устойчиво (ориентировочно 20 минут), что определяется по характерному звуку. После окончания растопки печь переводится в режим газогенерации, для чего необходимо закрыть заслонку дымовыводящей трубы и прикрыть заслонку поддувала, переместив рычаг заслонки вниз настолько, чтобы горение топлива шло максимально медленно, но устойчиво.

Дополнительно возможна функция приготовления пищи при открытой крышке печи и сушка продуктов питания при опущенной крышке. Печь обладает очень высоким коэффициентом полезного действия (КПД 65...75 %), поэтому образование золы незначительно.

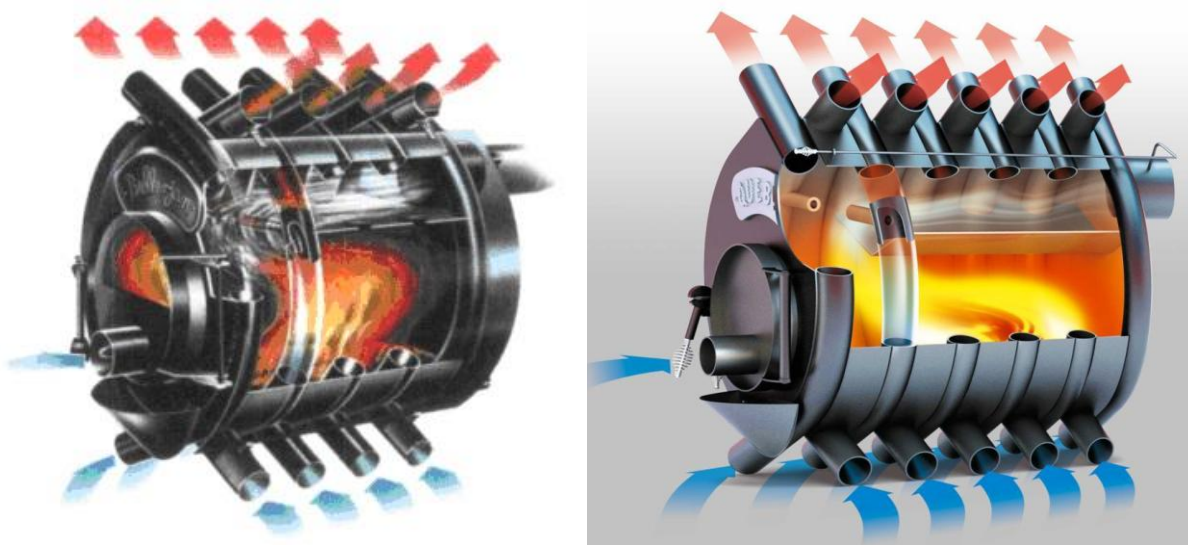


Рисунок 1.1 – Внешний вид печи длительного горения

1.2 Сведения о материале изделия

Для изготовления элементов печи применяется сталь Ст3. Сталь Ст3 является конструкционной низкоуглеродистой сталью обыкновенного качества. В качестве основного преимущества данного конструкционного материала можно отметить его относительную дешевизну. Вследствие этого сталь Ст3 может считаться основным материалом в машиностроении, который служит для изготовления неответственных конструкций, работающих в условиях слабого нагружения. Именно такой конструкцией и является конструкция печи, технология сварки которой разрабатывается в данной выпускной квалификационной работе. Сталь Ст3 может быть отнесена к первой группе сплавов, она хорошо сваривается с применением всех видов сварки плавлением и позволяет получать удовлетворительное качество сварного шва. При изготовлении конструкций стали Ст3 нет необходимости применять дополнительную термическую обработку.

Таблица 1.1 – Механические свойства стали Ст3

Марка стали	σ_B , кгс/мм ²	σ_B , кгс/мм ²	σ_B , кгс/мм ²	Изгиб на 180° для толщин до 20 мм
Ст3	38...49	20	26	d=0,5a

Таблица 1.2 – Химический состав стали Ст3

Марка стали	Углерод С, %	Марганец Mn, %	Кремний Si, %
Ст3	0,14...0,22	0,4...0,6	0,12...0,30

1.3 Базовый технологический процесс сборки и сварки изделия

В соответствии с базовой технологией изготовления отопительных печей сборка и сварка изделия осуществляется в цехе металлоконструкций на нескольких отдельных его участках.

Подготовка металлического проката для выполнения разделительной резки и сама резка происходят на подготовительном участке. Резку листовых

заготовок осуществляют с применением листовых гидравлических ножниц НД3312Б (рис. 1.2).

Основным преимуществом резки листового металла на гильотинных кривошипных ножницах является простота процесса, как следствие низкая себестоимость операции. Однако, данный вид оборудования позволяет выполнять только прямолинейную резку листа при достаточно высокой точности геометрических размеров листовых заготовок. Гильотинные ножницы НД3312Б отечественного производства позволяют выполнять резку металлических листов толщиной до 6 мм и шириной до 3000 мм. При этом они обладают высокой надежностью в работе, просты в эксплуатации и не требуют высококвалифицированного персонала для обслуживания и ремонта. В отличие от более мощных гидравлических ножниц возможна эксплуатация при более низких температурах окружающей среды.

Для резки профильного проката используются отрезная пила LC1230 (рис. 1.3) производства Makita.



Рисунок 1.2 – Гидравлические ножницы для разделительной резки НД3312Б



Рисунок 1.3 - Отрезная пила LC1230

Транспортные операции выполняются с применением ручных тележек.

Сборочно-сварочные операции выполняются на универсальном сборочно-сварочном участке, укомплектованном двумя постами ручной дуговой сварки на базе сварочного выпрямителя ВДУ-506 (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Сварочный выпрямитель ВДУ-506

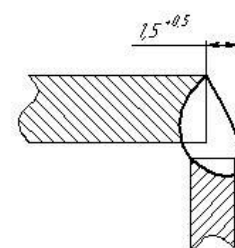
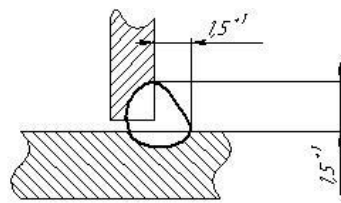
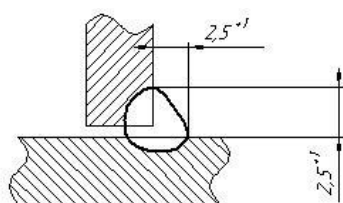
Каждый сборочно-сварочный пост снабжён сборочными составными стальными плитами размером 3×6 м.

При сварке выполняются следующие швы (рис. 1.5):

ГОСТ 5264-80 - Т1 - \sphericalangle 2,5

ГОСТ 5264-80 - Т1 - \sphericalangle 1,5

ГОСТ 5264-80 - У4 - \sphericalangle 1,5



ГОСТ 5264-80 - У4 - \sphericalangle 3

ГОСТ 5264-80 - У4 - \sphericalangle 2

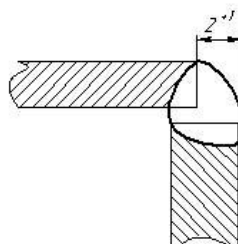
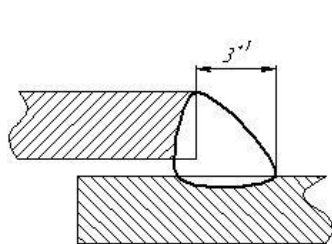


Рисунок 1.5 – Швы, выполняемые при изготовлении печи

Таблица 1.3 – Параметры режима сварки по базовому варианту технологии

Тип шва	Диаметр электрода, мм	Марка электрода	Сила сварочного тока, А	Напряжение дуги, В
стыковой	2,5...3	УОНИ-13/55	80-120	25-26
угловой	3...4	УОНИ-13/55	120-160	26-27

Таблица 1.4 – Критика базовой технологии

№	Технологическая операция	Недостатки	Пути их устранения
1	Газовая резка и подготовка заготовок под сварку	1. Ручной труд 2. Плохое качество реза 3. Плохое сопряжение деталей	Применить плазменную резку
2	Сборка и сварка РДС	1. Тяжелый ручной труд 3. Низкая производительность 4. Низкое качество сварки, в том числе из-за погрешностей сборки	1. Заменить способ ручной сварки более производительный 2. Разработать приспособление для сборки под сварку
3	Контроль качества визуальный	1. Большое число дефектов 2. Плохая организация контроля – нет обратной связи с производством	Применить прогрессивные методики контроля качества

1.4 Анализ содержания источников научно-технической информации по вопросу повышения эффективности дуговой сварки

Поиск вёлся в сети ИНТЕРНЕТ по ключевым словам «механизированная сварка», «импульсное управление», «диссертация», «Автоматическая сварка журнал», «Сварочное производство журнал». Благодаря универсальности и относительной простоте оборудования промышленное применение дуговой сварки плавящимся электродом неуклонно расширяется, анализ развития мировой промышленности

позволяют сделать предположение, что существующий тренд на расширение области применения дуговых сварочных процессов будет сохраняться в будущем. Литературные данные [1...5] позволяют сделать заключение о доминировании дуговой сварки в защитных газах среди остальных способов сварки плавлением, при этом наблюдается замена ручной дуговой сварки штучными электродами на механизированную сварку в защитных газах плавящимся электродом.

При сварке происходит забрызгивание газоподводящего сопла горелки, что приводит к ухудшению защиты зоны сварки и вызывает образование пор в металле шва. Также при этом происходит дополнительный нагрев самой сварочной горелки, преждевременный выход из строя элементов горелки: сопла, изоляционных втулок и токоподводящего мундштука. Брызги металла достаточно трудно подвергаются удалению с поверхности изделия, оставаясь на поверхности изделия, они становятся концентраторами напряжений и очагами распространения коррозии. В свою очередь это приводит к снижению прочности и долговечности сварных узлов.

Следует учесть ещё одну негативную сторону наличия брызг расплавленного металла на поверхности изделия. Как показал анализ заболеваемости виброболезнью рабочих, которые были привлечены к выполнению операций по очистке поверхности изделий от брызг расплавленного металла, предрасположенность к болезни может появиться уже через 7...8 лет работы, а само заболевание может наступить через 10 лет работы.

Повышение актуальности борьбы с разбрызгиванием происходит также из-за повсеместного перехода на роботизированную сварку и применение более производительных режимов сварки. Работы, выполненные в ИЭС им. Е. О. Патона, позволили определить условия, обеспечивающие возможность активного воздействия на характер изменения физических процессов в разрядном промежутке. В результате был разработан новый способ импульсно-дуговой сварки (ИДС) плавящимся электродом в защитных газах

с программным управлением образованием каждой капли плавящегося электрода и, как следствие, размерами и формой сварного шва во всех пространственных положениях [6, 7].

При ИДС наблюдается мелкокапельный перенос электродного металла, что не только позволяет производить сварку во всех пространственных положениях, но и упростить и облегчить сварочную аппаратуру для механизированной сварки различных материалов, снизить потери металла на угар и разбрызгивание, обеспечить высокие механические свойства металла шва и улучшить его формирование [7, 8].

В **первой** работе [9] выполнен анализ основных сварочно-технологических свойств однокомпонентных защитных газов и смесей газов применительно к сварке различных материалов с использованием плавящегося и неплавящегося электродов. Показана необходимость получения информации о свойствах компонентов защитных газов, которая позволяет выполнять рациональный выбор защитного газа, повысить показатели качества сварных соединений и служебные характеристики сварных изделий, улучшить условия труда сварщика и достигнуть существенного повышения производительности сварочных работ, а также обеспечить экологическую безопасность сварочных работ. По результатам анализа приведённых данных сделан вывод о роли сварки в защитных газах как ведущего технологического процесса соединения материалов в ближайшем и более отдалённом будущем.

Результаты этой работы будут применены при составлении проектной технологии сварки и анализе возможных способов сварки.

Во **второй** работе [10] приведены результаты испытаний на усталость тавровых соединений нержавеющей стали 12Х18Н10Т на воздухе и в коррозионной среде, а также определено влияние поверхностного упрочнения на повышение прочностных свойств и долговечности сварных элементов крыльевых устройств судов на подводных крыльях.

Результаты этой работы будут использованы при составлении проектной технологии сварки.

В **третьей** работе [11] рассмотрена математическая модель, описывающая зависимость тока дугового процесса и соответственно скорости плавления электродной проволоки от изменяющегося характера ее движения в процессе сварки плавящимся электродом, в частности, при коротких замыканиях дугового промежутка.

Результаты этой работы будут применены при составлении проектной технологии сварки для выбора сварочного оборудования.

В **четвёртой** работе [12] произведён анализ технологических и оборудования для сварки неповоротных стыков труб с использованием порошковой проволоки. Результаты этой работы будут использованы при составлении проектной технологии, если будет принято решение использовать механизированную сварку порошковой проволокой и при анализе состояния вопроса (выбор способа сварки)

В **пятой** работе [13] предложен состав газовой смеси для механизированной сварки в защитных газах, в состав которой введен озон в количестве 0,00001...0,1%, что существенно повышает технологические свойства сварочной дуги.

Результаты этой работы будут использованы при выполнении выпускной квалификационной работы при составлении проектной технологии сварки.

1.5 Формулировка задач выпускной квалификационной работы

В выпускной квалификационной работе поставлена цель - повышение качества и производительности сварочных операций при производстве отопительных печей. В ходе выполнения анализа современного состояния вопроса сварки типовых металлических конструкций были рассмотрены устройство и принцип работы отопительной печи, указаны основные сварные стыки. Приведены сведения о материале изделия – сталь Ст3, показана

применимость этой стали при производстве отопительных печей и отсутствие необходимости замены материала. Была рассмотрена базовая технология сварки отопительных печей с применением ручной дугой сварки штучными электродами, выявлены основные недостатки базовой технологии. На основании анализа имеющихся в наличии источников научно-технической информации показана перспективность замены способа ручной дуговой сварки штучными электродами на более перспективный способ – механизированную сварку. Построение проектной технологии сварки должно основываться на обосновании выбора способа сварки. Таким образом, можно сформулировать задачи выпускной квалификационной работы, последовательное решение которых позволит достигнуть поставленной цели:

- 1) обоснование замены способа сварки;
- 2) совершенствование операций технологического процесса сборки и сварки изделия;
- 3) составление проектной технологии сборки и сварки изделия;
- 4) произвести экологический анализ предложенных технологических решений на предмет возможной опасности для окружающей среды и работающего персонала;
- 5) произвести экономическую оценку предлагаемых технических решений на предмет эффективности их внедрения в производство.

2 Повышение эффективности сварки изделия

2.1 Обоснование выбора способа сварки

Ручная дуговая сварка штучными электродами (рис. 2.1) являются наиболее широко применяющимся электродным материалом, универсальным с точки зрения организации процесса сварки в заводских и монтажных условиях. Обустройство сварочного поста требует небольших капитальных вложений в оборудование, а расходы на электроды относительно невелики.

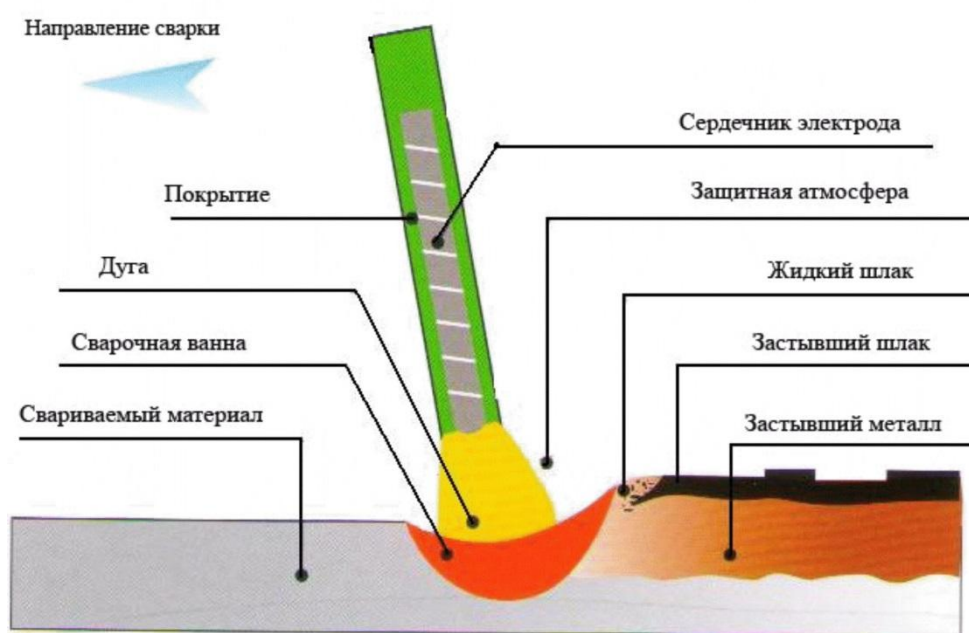


Рисунок 2.1 – Схема ручной дуговой сварки штучными электродами

Уровень технологии изготовления и поставки заказчиком электродов на ведущих предприятиях стран СНГ существенно вырос и приблизился к мировому по основным показателям. Решены вопросы качества нанесения покрытия, стартового участка, маркировки, расфасовки и упаковки. Номенклатура электродов остается относительно узкой. Отчасти это связано с объективными причинами состояния рынка потребления.

К недостаткам, которыми обладает сварка штучными электродами, можно отнести малую производительность плавления, которая обусловлена низкой плотностью тока на электроде, потерю части электродного материала на огарки, а также существенную зависимость качества сварных соединений

от квалификации и кондиции сварщика. Тем не менее, следует отметить широкие границы для регулирования сварочных свойств за счёт возможности существенного изменения состава покрытия электродов. Это приводит к тому, что и в настоящее время сохраняется высокая конкурентоспособность ручной дуговой сварки штучными электродами по сравнению с механизированными способами сварки.

Механизированная сварка в защитных газах проволокой сплошного сечения (рис 2.2) в ведущих в экономическом отношении странах мира составляет более половины всего производства [14]. При разделении по классам свариваемого металла проволоки используют преимущественно для сварки углеродистых и низколегированных, нержавеющей сталей, а также алюминиевых и титановых сплавов. Для достижения требуемых служебных свойств сварных соединений возможно регулирование показателей за счет состава не только проволоки, но и защитного материала (моногазы или смеси газов).

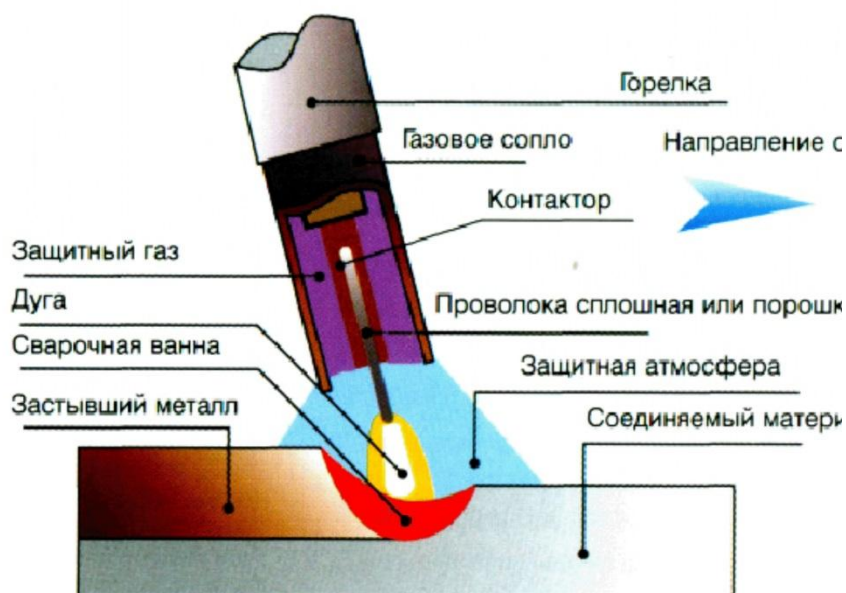


Рисунок 2.2 – Схема механизированной сварки в защитных газах

Плотность тока при сварке проволоками сплошного сечения существенно выше, чем штучными электродами, что позволяет регулировать характеристики плавления в широких пределах, реализовать синергетические

и комбинированные управляемые процессы для сварки различных металлов и объектов применения. В частности, управление переходом электродного металла в шов может обеспечить устойчивые характеристики при переносе с короткими замыканиями, капельном без замыканий, осевом струйном, пульсирующем струйном или модульно-регулируемом по поверхностному натяжению капли металла.

В числе преимуществ сварки в инертных газах неплавящимся электродом (рис. 2.3) можно выделить хорошую защиту аргоном сварного шва и сварочной ванны, возможность качественной проварки корня шва. Также можно применять проволоки как очень большого, так и очень малого диаметров, осуществлять подбор проволоки по химическому составу. Недостатками такого способа сварка являются: высокая стоимость и дефицитность защитного газа, высокие требования к квалификации персонала, интенсивный износ оборудования при работе на форсированных режимах сварки.

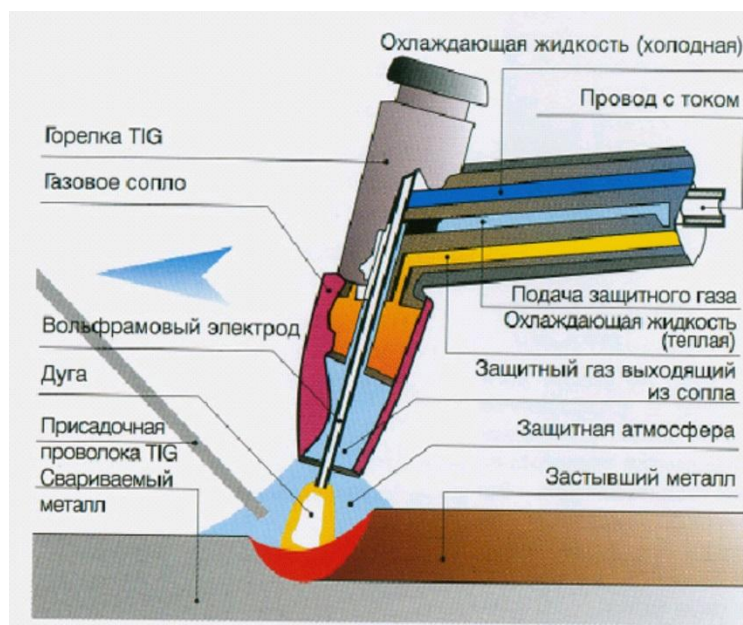


Рисунок 2.3 – Схема сварки неплавящимся электродом в инертном газе

Механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой (рис. 2.4) вобрала в себя преимущества, присущие ручной дуговой сварке

штучными электродами (стабильная защита сварочной ванны и металла шва, возможность легирования и раскисления металла шва), и преимущества, присущие механизированной сварке проволоками сплошного сечения в защитных газах (возможность повышения производительности сварочных работ при применении форсированных режимов). Сварка самозащитными порошковыми проволоками позволяет получить существенные производственные преимущества, особенно сильно проявляющиеся при проведении работ в монтажных условиях и при сварке швов в различном положении. В качестве положительного момента следует отметить, что сварка с использованием порошковой самозащитной проволоки не требует использования газовой аппаратуры (нет необходимости в баллонах, шлангах, газовых редукторах), которая приводит к усложнению сварки и повышению её трудоемкости.



Рисунок 2.4 – Схема механизированной сварки самозащитными порошковыми проволоками

В числе преимуществ механизированной сварки с использованием самозащитных порошковых проволок можно отметить: возможность наблюдения за подачей электрода в разделку, что обладает особой важностью при сварке с применением поперечных колебаний электрода.

Отсутствие необходимости применения флюса делает возможным слежение за образованием шва. Изменением состава шихты порошковой проволоки осуществляется изменение химического состава металла сварного шва и технологических характеристик сварочной дуги.

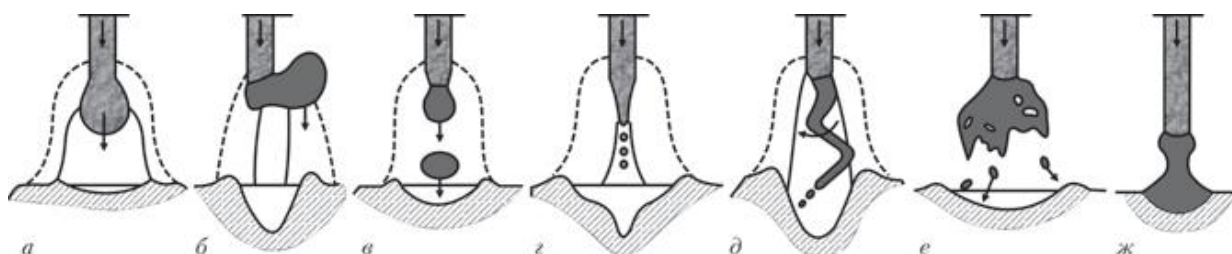
На основании проведенного анализа альтернативных способов сварки принимаем решение использовать механизированную сварку в защитном газе проволокой сплошного сечения.

2.2 Выбор защитного газа

Диоксид углерода долгое время преимущественно использовали в странах Восточной Европы и развивающихся странах благодаря его относительно низкой стоимости и доступности. Однако такие существенные недостатки сварки в CO_2 серийными кремнемарганцевыми проволоками, как повышенный уровень разбрызгивания и набрызгивания электродного металла, не широкое и глубокое проплавление основного металла с высоким валиком, зачастую плохие физико-механические свойства металла шва и особенно его ударная вязкость при отрицательных температурах стали причиной того, что в последнее время и в этих странах наблюдаются устойчивые тенденции к вытеснению CO_2 смесями газов на основе аргона в тех отраслях, где уделяется повышенное внимание к показателям качества металла шва и сварных соединений. Среди промышленно развитых стран только в Японии сохраняются устойчиво высокие объемы применения сварки в CO_2 (около 70 % общего объема сварочных работ, выполняемых механизированной сваркой в защитных газах) [15]. Поскольку это страна с весьма ограниченными энергетическими ресурсами, то, по-видимому, повышенная энергоемкость производства аргона по сравнению с CO_2 является основной причиной того, что работы по уменьшению недостатков процесса сварки в CO_2 в Японии ведутся в направлении совершенствования

источников питания или использования новых сварочных проволок как сплошного сечения, так и порошковых [15].

Смеси $Ar + CO_2$. Применение смесей этих газов происходит по причине поиска защитной среды, сочетающей в себе преимущества аргона, углекислого газа и аргоно-кислородной смеси. Выявляется существенная зависимость от состава смеси формы дуги и характера переноса электродного металла при использовании в качестве защитного газа смеси $Ar + CO_2$. При одних и те же параметрах режима сварки в смесях с различным содержанием CO_2 переноса электродного металла может иметь характер как капельный без коротких замыканий (рис. 2.5 а), так с короткими замыканиями дугового промежутка (рис. 2.5 ж), мелкокапельный (рис. 2.5 в) и струйный (рис. 2.5 г). При содержании углекислого газа более 20 % при значении тока выше критического значения происходит изменение формы проплавления основного металла и исчезновение пальцеобразного провара (рис. 2.5 г). При условии содержания в защитной смеси CO_2 в пределах 35...40 %, сварка становится похожей на сварку в чистом углекислом газе, однако при этом снижается разбрызгивание электродного металла.



а) капельный; б) крупнокапельный; в) мелкокапельный; г) струйный;
д) струйно-вращательный; е) со взрывом капли; ж) с короткими замыканиями

Рисунок 2.5 – Влияние типа переноса электродного металла на форму проплавления по классификации МИС [16]

Смеси аргона, кислорода и углекислого газа. Развитие сварки плавлением как одного из важнейших технологических процессов в промышленности и строительстве тесно связано с разработкой способов защиты расплавленного металла от воздуха. Новые перспективы применения

способа сварки сталей в активных защитных газах открыло использование смесей аргона с окислительными газами CO_2 и O_2 . Наибольшее распространение получили смеси $\text{Ar} + \text{CO}_2$, $\text{Ar} + \text{CO}_2 + \text{O}_2$ и $\text{Ar} + \text{O}_2$. В зависимости от класса свариваемых сталей в составе смесей газов на основе аргона может присутствовать 0,5...8 % O_2 и 3...25 % CO_2 [13].

Применение при сварке плавящимся электродом окислительных газовых смесей на основе аргона позволило устранить или уменьшить влияние многих недостатков, которые свойственны процессу сварки в чистом углекислом газе. В частности, удалось значительно снизить разбрызгивание и набрызгивание электродного металла, повысить качество формирования швов, уменьшить расход электродной проволоки [17], улучшить механические свойства швов и повысить их стойкость против зарождения и распространения хрупких разрушений [18].

Известна защитная газовая смесь, состоящая из 80% $\text{Ar} + 15\% \text{CO}_2 + 5\% \text{O}_2$, обеспечивающая высокое качество металла сварных швов и значительное уменьшение разбрызгивания при сварке со струйным переносом электродного металла.

При отсутствии струйного переноса процесс сварки в этой смеси практически не отличается от сварки в CO_2 и характеризуется интенсивным разбрызгиванием электродного металла к грубо-чешуйчатым формированием поверхности шва. Это значительно ухудшает внешний вид свариваемого изделия и как следствие сужает область применения защитных газовых смесей.

Снижение критического тока для получения струйного переноса металла достигается тем, что в предлагаемый состав смеси введен озон в количестве 0,00001...0,1%, а остальные компоненты взяты в следующем соотношении, %:

- углекислый газ 5...40;
- кислород 0,01...10;
- аргон – остальное.

Предлагаемая газовая смесь, сохраняя все положительные качества известной смеси, позволяет получить струйный перенос металла при более низком значении сварочного тока и, следовательно, выполнять швы малого сечения без разбрызгивания. Наличие в смеси озона в малых концентрациях способствует улучшению атмосферы в сварочном цехе. Кроме того, озон, придавая газовой смеси специфический приятный запах, позволяет быстро обнаруживать ее утечку.

Смесь приготавливают путем смешения чистых газов из баллонов {озон получают с помощью лабораторного озонатора) при этом используют сварочную проволоку марки Св-08Г2С диаметром 1,6 и 2,0 мм.

Опытные сварки показали, что применение предлагаемой смеси позволяет получить устойчивый струйный перенос электродного металла для проволоки диаметром 1,6 мм при сварочном токе 300 а, а для проволоки диаметром 2,0 мм при токе 350 А. В тех же условиях сварки в смеси $Ar+25\% CO_2+5\% O_2$ критический ток был 350 А и 400 А соответственно.

Технологические испытания предлагаемой смеси показали, что она обеспечивает хорошее формирование сварных швов на всех опробованных режимах. При сварке на токах выше критического поверхность швов гладкая, сравнима с поверхностью швов, выполненных под флюсом. Горение дуги в этом случае мягкое, разбрызгивание полностью отсутствует.

2.3 Основные технологические операции

Первоначально проводят правку, которая устраняет волнистость, выпучины в листах и отклонения от правильной формы у профильного проката. Поскольку в рамках проектной технологии используется прокат толщиной до 3 мм, предусмотрим правку 100 % листового проката и 20 % профильного проката.



Рисунок 2.6 – Правка листового проката на многовалковой машине

Правка листов выполняется в холодном состоянии местной пластической деформацией. Допустимая величина остаточного относительного удлинения при холодной правке составляет не более 1 %. Листы многократно пропускают между двумя рядами валков. При этом рабочая скорость правки составляет приблизительно 0,3...1,5 м/с.

При правке листов один конец листа заводят между валками, далее верхний ряд валков опускается в рабочее положение и включается привод вращения, лист пропускают через валки. После этого меняется направление вращения валков и лист пропускают в другую сторону. Такое возвратно-поступательное повторяют 5...6 раз.

С использованием металлической линейки проверяют качество правки листов. Допускается волнистость не более 2 мм на 1000 мм, а величина стрелы прогиба должна быть не более 1 мм.

Правка профильного проката основана на изгибе заготовки, которая расположена на двух опорах, прилагая посередине сосредоточенную силу. Подвижные опоры прессы позволяют получить разную степень остаточной деформации.

Для очистки заготовок применяют дробеметную установку, в которой лист располагают в вертикальном положении и с использованием тележки подают в камеру. На стенках камеры расположены дробеметные аппараты, которые выбрасывают стальную или чугунную дробь с большой скоростью. Размер дроби составляет порядка 0,6...0,8 мм. Примерная производительность установки 200 м²/час.



Рисунок 2.7 – Дробемётная установка

Механическая разделительная резка листового материала с прямолинейными кромками производится на гильотинных ножницах (рис. 2.8). Разрезаемый лист подается до упора 6, прижимается к столу 1 прижимом 3. При опускании верхней траверсы 4 производится скалывание материала ножами 5, изготавливаемыми из твердых металлов или сплавов. Качество отрезаемой кромки находится в прямой зависимости от величины зазора между ножами. Отклонение от прямолинейности кромки допускается до 0,1 толщины. Чем меньше толщина разрезаемого металла, тем меньше должен быть угол наклона ножа, тем меньше будет коробление детали. Допускаемые погрешности при резке металлов на гильотинных ножницах составляют 1,5 мм при длине реза 100...500 мм.



Рисунок 2.8 – Гильотинные ножницы НД-3318

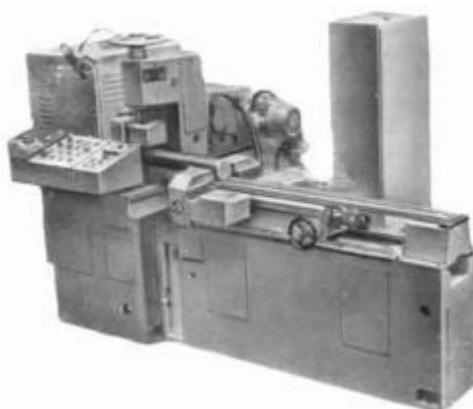


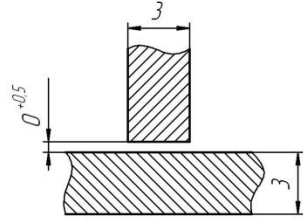
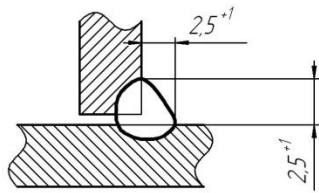
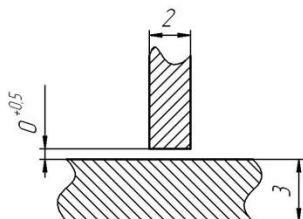
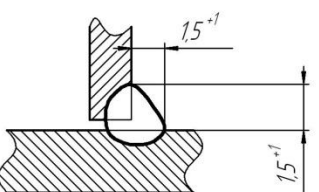
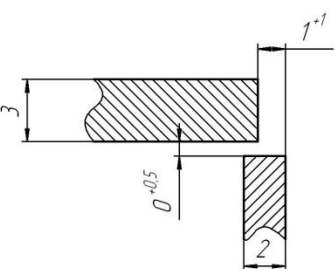
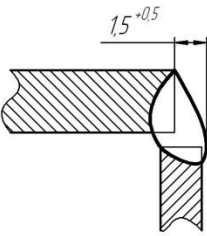
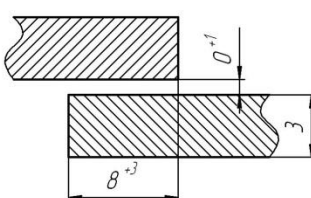
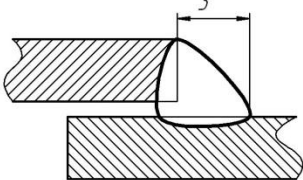
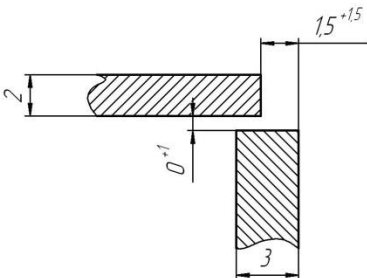
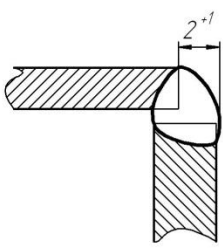
Рисунок 2.9 – Автомат отрезной кругопильный 8Г632

В зависимости от шва (табл. 2.3) применяются различные режимы сварки (табл. 2.4).

Таблица 2.3 – Параметры режима сварки швов

Шов	$d_{эл}$	$I_{св}$	$U_{д}$	$V_{св}$	$l_{эл}$	$Q_{г}$
	мм	А	В	м/ч	мм	л/мин
№1	1,2	200-250	19-22	35-50	9-12	7-8
№2	1,2	160-200	18-21	40-50	8-12	6-7
№3	1,2	110-140	18-20	30-50	8-12	6-7
№4	1,2	170-210	19-23	25-45	8-15	7-8
№5	1,2	110-140	18-20	30-50	8-12	6-7

Таблица 2.4 – Конструктивные элементы швов

Шов	Разделка	Форма шва
№ 1 ГОСТ 14771-76 - Т1 - УП - $\Delta 2,5$		
№ 2 ГОСТ 14771-76 - Т1 - УП - $\Delta 1,5$		
№ 3 ГОСТ 14771-76 - У4 - УП - $\Delta 1,5$		
№ 4 ГОСТ 14771-76 - У4 - УП - $\Delta 3$		
№ 5 ГОСТ 14771-76 - У4 - УП - $\Delta 2$		

3 Безопасность и экологичность технического объекта

3.1 Технологическая характеристика объекта

Участок, на котором выполняют сварку отопительных печей, содержит следующие оборудования: сварочный выпрямитель, полуавтомат, вспомогательное оборудование для разметки, резки и подготовки деталей.

Технологии, в которых предусмотрено в качестве основной операции выполнение сварки представляют собой источник опасных и вредных производственных факторов. Этот факт приводит к дополнительному усложнению и повышению стоимости оборудования для сварки. В связи с этим становится необходимым проведение исследований, направленных на изучение взаимосвязи энергетических параметров процесса сварки (ток и напряжения на дуге), особенностей протекания процесса сварки и внешних условий, при котором он протекает, объемов выделений сварочного аэрозоля и других вредных веществ.

Влияние процесса сварки и контроля качества на гигиенические характеристики изучено в недостаточной мере. В экологическом разделе настоящей выпускной квалификационной работы будет выполнена сравнительная гигиеническая оценка технологии сварки и контроля качества и предложены меры защиты персонала от возникающих опасных и вредных факторов, сопровождающих проектную технологию.

Механизированная дуговая сварка в защитных газах обладает высокой производительностью, она очень востребована в промышленности. Тем не менее, продолжают поиски путей улучшения её санитарно-гигиенических характеристик. Определены факторы, влияющие на уровень выделения аэрозоля, который состоит из газообразной составляющей сварочного аэрозоля и твердой составляющей сварочного аэрозоля.

Таблица 3.1 - Технологический паспорт объекта

Операция, осуществляемая в рамках рассматриваемого технологического процесса	Должность работника, выполняющего данную операцию рассматриваемого технологического процесса	Оборудование, устройства и приспособления, которые будут применены при реализации данной операции рассматриваемого технологического процесса	Вещества и материалы, которые будут применены при реализации данной операции рассматриваемого технологического процесса
1 Входной контроль	Слесарь-сборщик, дефектоскопист	1) Кран-балка 2) Лупа х4	Рукавицы х/б
2. Заготовительная операция	Слесарь-сборщик	1) Сортоправильная машина 2) Дробемётный аппарат 3) Ножницы гильотинные, 4) Резак ГРМ-70 5) Фрезерный станок 6) Газорезательная машина	1) Мел 2) Ацетилен 3) Кислород, 4) Круг абразивный 5) Сверло Р6М5
3. Сборка и сварка	Слесарь-сборщик, электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	1) Сборочное приспособление 2) Полуавтомат сварочный ПДГ-515 3) Выпрямитель ВДУ-506 4) Шаблон сварщика УШС-3	1) Сварочная проволока Св-08Г2С 2) Углекислый газ
4. Проведение контроля качества	Дефектоскопист по магнитному и ультразвуковому контролю	Ультразвуковой дефектоскоп	-

3.2 Персональные риски, возникающие при реализации технологического процесса

Таблица 3.2 –Профессиональные риски, возникающие при реализации технологического процесса

Операция в рамках рассматриваемого технологического процесса	Формулировка опасных и вредных производственных факторов, возникающих в процессе выполнения данной операции при реализации технологического процесса	Источник рассматриваемого фактора, возникающего в процессе выполнения данной операции при реализации технологического процесса
1	2	3
1. Входной контроль	<ul style="list-style-type: none"> - наличие на внешних поверхностях применяемого оборудования, приспособлений и инструмента острых кромок, заусенцев; - перемещающиеся в процессе выполнения подготовительной операции детали и узлы применяемого оборудования, приспособлений 	<ul style="list-style-type: none"> 1) Кран-балка 2) острые края листов и профильного проката
2. Заготовительная операция	<ul style="list-style-type: none"> - наличие на внешних поверхностях применяемого оборудования, приспособлений и инструмента острых кромок, заусенцев; - перемещающиеся в процессе выполнения подготовительной операции детали и узлы применяемого оборудования, приспособлений; - опасность замыкания на тело рабочего высокого напряжения, питающего производственное оборудование; - повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; - нагрев внешних поверхностей применяемого на операции оборудования, приспособлений, инструмента, свариваемых деталей до высоких температур 	<ul style="list-style-type: none"> 1) Сортоправильная машина 2) Дробемётный аппарат 3) Ножницы гильотинные, 4) Резак ГРМ-70 5) Фрезерный станок 6) Газорезатель-ная машина

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3
3. Сборка и сварка	<ul style="list-style-type: none"> - наличие на внешних поверхностях применяемого оборудования, приспособлений и инструмента острых кромок, заусенцев; - перемещающиеся в процессе выполнения подготовительной операции детали и узлы применяемого оборудования, приспособлений; - опасность замыкания на тело рабочего высокого напряжения, питающего производственное оборудование; - повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; - нагрев внешних поверхностей применяемого на операции оборудования, приспособлений, инструмента, свариваемых деталей до высоких температур - ультрафиолетовое излучение в рабочей зоне сверх безопасных значений; - инфракрасное излучение в рабочей зоне сверх безопасных значений уровня инфракрасной радиации; - повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; - брызги расплавленного металла 	<ul style="list-style-type: none"> 1) Сборочное приспособление 2) Полуавтомат сварочный ПДГ-515 3) Выпрямитель ВДУ-506 4) Шаблон сварщика УШС-3
4. Проведение контроля качества	- повышенный уровень ультразвуковых волн в рабочей зоне	Ультразвуковой дефектоскоп

Влияние процесса сварки и контроля качества на гигиенические характеристики изучено в недостаточной мере. В экологическом разделе настоящей выпускной квалификационной работы будет выполнена сравнительная гигиеническая оценка технологии сварки и контроля качества и предложены меры защиты персонала от возникающих опасных и вредных факторов, сопровождающих проектную технологию.

Механизованная дуговая сварка в защитных газах обладает высокой производительностью, она очень востребована в промышленности. Тем не менее, продолжаются поиски путей улучшения её санитарно-гигиенических характеристик. Определены факторы, влияющие на уровень выделения аэрозоля, который состоит из газообразной составляющей сварочного аэрозоля и твердой составляющей сварочного аэрозоля.

3.3 Разработанные технические и организационные предложения по уменьшению выявленных при анализе проектной технологии профессиональных рисков

Таблица 3.3 – Предложения по защите от вредных факторов производственного персонала

Перечень опасных и вредных производственных факторов, возникающих в процессе выполнения данной операции при реализации технологического процесса	Разработанные технические и организационные предложения, обеспечивающие минимальное действие вредного фактора на производственный персонал	Предлагаемые защитные средства для снижения действия вредного фактора на производственный персонал
1	2	3
1. Наличие на внешних поверхностях применяемого оборудования, приспособлений и инструмента острых кромок, заусенцев;	Инструктаж производственного персонала	Защитные перчатки, защитная одежда.
2. Перемещающиеся в процессе выполнения сборочной операции детали и узлы применяемого оборудования, приспособлений;	Ограждения перемещающихся деталей и узлов и их предохранительная окраска, предупреждающие плакаты.	-
3. Нагрев внешних поверхностей применяемого на операции оборудования, приспособлений, инструмента, свариваемых деталей до высоких температур	Инструктаж производственного персонала	Защитные перчатки, защитная одежда.
4. Опасность замыкания на тело рабочего высокого напряжения, питающего производственное оборудование;	Устройство и периодический контроль заземления электрических машин и изоляции	-

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3
5. Ультрафиолетовое излучение в рабочей зоне сверх безопасных значений;	Осуществление экранирования зоны сварки с использованием щитов	Защитные перчатки и одежда, защитная маска.
6. Инфракрасное излучение в рабочей зоне сверх безопасных значений уровня инфракрасной радиации	Экранирование зоны сварочных работ	Защитные перчатки и одежда, защитная маска.
7. Ультразвуковое излучение в рабочей зоне сверх значений безопасных для здоровья.	Предупреждающие плакаты, обеспечение безопасного расстояния от источника излучения до оператора и безопасного времени пребывания в оператора в зоне излучения	-
8. Повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны;	Инструктаж производственного персонала	Местная и общеобменная вытяжная вентиляция
9. Брызги расплавленного металла	Инструктаж производственного персонала	Спецодежда, щиток сварщика, рукавицы

3.4 Разработанные технические и организационные предложения по обеспечению пожарной безопасности на участке сварки

Таблица 3.4 – Предложения технического характера по обеспечению пожарной безопасности на участке сварки

Средства для тушения возгораний в начальной стадии	Перечень мобильных средств для проведения тушения возгорания	Перечень стационарных систем пожаротушения	Системы пожарной автоматика для проведения тушения возгорания	Пожарное оборудование на участке сварки	Средства индивидуальной защиты и спасения производственного персонала	Установленный на участке инструмент для ликвидации возгораний	Системы связи и оповещения на участке сварки
Ящики с песком, кошма, огнетушитель ОП-5	Специализированные автомобили (вызываются)	Нет	Нет	-	План эвакуации,	Ведро, лопата, багор, топор	Тревожная кнопка

Таблица 3.5 – Анализ опасных факторов возможного пожара участка сварки

Участок, подразделение	Производственное оборудование участка	Возможный класс пожара	Опасные факторы пожара	Дополнительные проявления факторов пожара
Участок, на котором осуществляется сварка отопительных печей	Кромкострогальный станок, машинка шлифовальная, источник питания сварочной дуги, сборочное приспособление, сварочный полуавтомат, аппарат ультразвукового контроля	пожары, которые происходят за счет воспламенения и горения веществ и материалов на электроустановках, запитанных электрическим напряжением (Е)	Резкое повышение температуры на участке и вокруг него; выделение при горении токсичных продуктов и угарного газа; выделение аэрозолей, снижающих видимость на участке и вокруг него.	Короткие замыкания на оборудовании, запитанным высоким электрическим напряжением; действие на людей, находящихся в районе возгорания продуктов разложения составов, используемых для пожаротушения.

Таблица 3.6 – Разработанные организационные мероприятия для исключения возгораний на участке сварки

Перечень операций, осуществляемых в рамках разработанного технологического процесса	Наименование мероприятий	Наименование противопожарного оборудования, которым должен быть укомплектован участок
Подготовительная операция, сборочная операция, операции сварки, контрольные операции.	Обучение производственного персонала правилам Пожарной безопасности, размещение на территории производственного участка наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности. Обучение производственного персонала действиям в случае возгорания на производственном участке в режиме учений.	Необходимо следить за наличием на участке средств, предназначенных для тушения пожара в начальной стадии, исправностью тревожной кнопки системы оповещения о пожаре.

3.5 Оценка безопасности для природной среды предлагаемых технических решений

Таблица 3.7 – Анализ негативно влияющих на природную среду факторов предлагаемых технических решений

Анализируемый технологический процесс	Операции, осуществляемые в рамках анализируемого технологического процесса	Факторы, негативно влияющие на атмосферу	Факторы, негативно влияющие на гидросферу	Факторы, негативно влияющие на литосферу
Сварка отопительных печей	Подготовительная операция, сборочная операция, операция сварки стыка, контрольные операции	Выделяемые в процессе горения сварочной дуги аэрозоли, частицы сажи и газообразные частицы	Химикаты, используемые в процессе проявления рентгеновской пленки и закрепления полученного изображения.	Упаковочный материал от присадочных материалов, мусор – бытовой и производственный.

Таблица 3.8 – Предлагаемые организационно-технические мероприятия, по уменьшению негативно влияющих на природную среду факторов предлагаемых технических решений

Рассматриваемый технический объект в рамках проектной технологии	Сварка отопительных печей
Мероприятия, уменьшающие негативное влияние на литосферу	На участке следует установить контейнеры, обеспечивающие селективный сбор мусора бытового и мусора производственного. Кроме того, отдельный контейнер необходим для сбора металлолома. Производственный персонал следует подробно проинструктировать по правилам сбора мусора и металлолома. На контейнерах должны быть вывешены таблички, разъясняющие их предназначение.

3.6 Заключение по разделу

При выполнении экологического раздела настоящей выпускной квалификационной работы сформулированы опасные и вредные производственные факторы, возникающие в процессе выполнения операций при реализации технологического процесса. Выполнен поиск и анализ мероприятий, которые позволят устранить и уменьшить опасные и вредные производственные факторы. В ходе выполнения экологического раздела удалось установить, что возникающие в процессе реализации технологии сварки и контроля, опасные и вредные факторы устраняются или уменьшаются до приемлемого уровня путём применения стандартных средств по обеспечению безопасности и санитарии производства. Применительно к рассматриваемой технологии нет необходимости в разработке дополнительных средств и методик по защите персонала и окружающей среды. При внедрении проектной технологии возможно возникновение угроз экологической безопасности. Устранение этих угроз произойдёт при условии соблюдения технологического регламента и производственной санитарии.

4 Оценка экономической эффективности выпускной квалификационной работы

4.1 Исходные данные для выполнения расчетов

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке технологических мероприятий по повышению производительности и качества операций контроля при выполнении операций сварки при производстве отопительных печей. Выполнение операций базового технологического процесса предусматривает применение ручной дуговой сварки. Это вызывает возникновение значительного числа дефектов и является причиной дополнительных временных затрат на ремонт дефектных участков. Проектный вариант технологии предусматривает применение механизированной сварки. Предложенные технологические решения позволят уменьшить трудоемкость выполнения сварочных работ, достичь повышения стабильности качества соединений.

Расчёт экономической эффективности целесообразно провести на одно изделие, учитывая операции технологии, подвергающиеся изменению по сравнению с базовым вариантом технологического процесса. Базовая и проектная технологии предусматривают выполнение следующих операций: заготовительной (первая операция); сборочной (вторая операция); сварочная (третья операция); контроль качества (четвёртая операция).

В таблице 4.1 собраны и систематизированы коэффициенты, и иные данные, которые могут понадобиться при выполнении расчетов.

На основании этих данных будем вести расчёты технологической, цеховой и заводской себестоимости изготовления. Далее следует рассчитать размер капитальных затрат на изготовление изделия. Далее следует выполнить расчёт показателей экономической эффективности предлагаемых технологических решений.

Таблица 4.1 – Исходные данные для выполнения расчетов

Наименование и сущность экономического показателя	Принятое в расчётах условное обозначение для показателя	Единица измерения рассматриваемого экономического показателя	Величина рассматриваемого показателя в соответствии с вариантом технологического процесса	
			Базовая	Проектная
1	2	3	4	5
Принятое число рабочих смен	Ксм	-	2	2
Значение нормы амортизационных отчислений применительно к рассматриваемому в соответствующей технологии оборудованию	На	%	21,5	21,5
Разряд сварщика	Р.р.		V	V
Значение часовой тарифной ставки	Сч	Р/час	200	200
Величина коэффициента, определяющего долю отчислений на формирование дополнительной заработной платы	Кдоп	%	12	12
Величина коэффициента, определяющего долю доплат к основной заработной плате	Кд		1,88	1,88
Величина коэффициента, определяющего долю отчислений на обеспечение социальных нужд	Ксн	%	30	30
Величина коэффициента, определяющего долю затрат на амортизационные отчисления на площади	На.пл.	%	5	5
Принятое значение стоимости эксплуатации производственных площадей	Сзксп	(Р/м ²)/год	2000	2000
Цена приобретения производственных площадей	Цпл	Р/м ²	30000	30000
Суммарная площадь, занимаемая оборудованием для обеспечения соответствующей технологии	S	м ²	24	24
Величина коэффициента, определяющего долю транспортно-заготовительных расходов	Кт -з	%	5	5

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5
Величина коэффициента, определяющего долю затраты на осуществление монтажа и демонтажа оборудования	Кмонт Кдем	%	3	5
Величина рыночной стоимости технологического оборудования для обеспечения соответствующей технологии: - Выпрямитель ВДУ-506 - Установка рентгеновского контроля - Полуавтомат ПДГ-515	Цоб	Руб.	60 тыс.	60 тыс.
Величина коэффициента, определяющего долю затрат на дополнительную производственную площадь	Кпл	-	3	3
Задаваемое значение потребляемой мощности технологического оборудования	Муст	кВт	9	9
Принятое значение стоимости электрической энергии для обеспечения соответствующей технологии	Цэ-э	Р/ кВт	3,02	3,02
Величина коэффициента, определяющего временные затраты на выполнение нормы	Квн	-	1,1	1,1
Величина коэффициента полезного действия	КПД	-	0,7	0,7
Величина коэффициента, определяющего эффективность капитальных вложений	Ен	-	0,33	0,33
Величина коэффициента, определяющего долю цеховых расходов	Кцех	-	1,5	1,5
Величина коэффициента, определяющего долю заводских расходов	Кзав	-	1,15	1,15

4.2 Расчёт фонда времени

Значение годового фонда времени, в течение которого происходит работа рассматриваемого а базовой и проектной технологии оборудования, вычисляем согласно формуле:

$$F_H = (D_P \cdot T_{CM} - D_{II} \cdot T_{II}) \cdot C, \quad (4.1)$$

где $T_{см}$ – продолжительность в часах рабочей смены;

D_p – суммарное для одного года число рабочих дней;

$D_{п}$ – суммарное для одного года число предпраздничных дней;

$T_{п}$ – предполагаемые потери рабочего в часах времени от предпраздничных дней;

C – принятое число рабочих смен.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.1) результаты вычисления:

$$F_H = (277 \cdot 8 - 7 \cdot 1) \cdot 2 = 4418 \text{ ч.}$$

Значение эффективного фонда времени, в течение которого происходит работа оборудования по базовому и проектному вариантам технологии вычисляем согласно формуле:

$$F_э = F_H \cdot \left(1 - \frac{B}{100}\right), \quad (4.2)$$

где B – величина плановых потерь рабочего времени.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.2) результаты вычисления:

$$F_э = 4418 \cdot \left(1 - \frac{7}{100}\right) = 4108 \text{ ч.}$$

4.3 Расчет нормы штучного времени на изменяющиеся операции технологического процесса

Определение временных затрат, требуемых для выполнения операций технологического процесса по базовому и проектному варианту технологий выполняем согласно формуле:

$$t_{шт} = t_{маш} + t_{всп} + t_{обсл} + t_{отл} + t_{п-з}, \quad (4.3)$$

где $t_{шт}$ – общий объём времени, затрачиваемого работающим персоналом на операции базовой и проектной технологии;

$t_{маш}$ – объём времени, затрачиваемого рабочим персоналом основные технологические операции базовой и проектной технологии;

$t_{\text{ВСП}}$ – объём времени, затрачиваемого рабочим персоналом на подготовительные операции по базовой и проектной технологии, составляющие 10% от $t_{\text{МАШ}}$;

$t_{\text{ОБСЛ}}$ – объём времени, затрачиваемы рабочим персоналом на проведение обслуживания, текущего и мелкого ремонта оборудования, составляющие 5% $t_{\text{МАШ}}$;

$t_{\text{ОТЛ}}$ – объём времени, затрачиваемого рабочим персоналом на выполнение потребностей в личном отдыхе, составляющий 5% $t_{\text{МАШ}}$;

$t_{\text{П-З}}$ – объём времени, затрачиваемого рабочим персоналом на выполнение подготовительно – заключительных операций, составляющий 1% $t_{\text{МАШ}}$.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.3) результаты вычисления:

$$t_{\text{шт.баз}} = 4 \cdot (100\% + 10\% + 5\% + 5\% + 1\%) = 4,84 \text{ ч.}$$

$$t_{\text{шт.проектн.}} = 2,5 \cdot (100\% + 10\% + 5\% + 5\% + 1\%) = 3,02 \text{ ч.}$$

Размер годовой программы проводимого объема работ вычисляем согласно формуле:

$$П_{\Gamma} = \frac{F_{\text{Э}}}{t_{\text{шт}}} \quad (4.4)$$

где $F_{\text{Э}}$ – значение эффективного фонда времени оборудования, принимаемого для реализации проектной и базовой технологии;

$t_{\text{шт}}$ – штучное время, затрачиваемое на выполнение одного стыка;

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.4)

результаты вычисления:

$$П_{\Gamma.\text{баз.}} = 4108/4,84 = 848 \text{ изделий за год;}$$

$$П_{\Gamma.\text{проектн.}} = 4108/3,02 = 1360 \text{ изделий за год.}$$

Выполнение дальнейшего экономического расчёта будем вести исходя их принятого значения $П_{\Gamma} = 400$ изделий за год.

Необходимое количество оборудования для реализации проектного и базового технологического процесса вычисляем согласно формуле::

$$n_{РАСЧ} = \frac{t_{шт} \cdot Пг}{F_{э} \cdot K_{ВН}} \quad (4.5)$$

где $t_{шт}$ – штучное время, затрачиваемое на выполнение одного стыка;

$Пг$ – принятая годовая программа;

$F_{э}$ – значение эффективного фонда времени оборудования, принимаемого для реализации проектной и базовой технологии;

$K_{ВН}$ – значение коэффициента, определяющего временные затраты на выполнение нормы.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.5) результаты вычисления:

$$n_{РАСЧ.Б} = \frac{4,84 \cdot 400}{4108 \cdot 1,03} = 0,46$$

$$n_{РАСЧ.ПР} = \frac{3,02 \cdot 400}{4108 \cdot 1,03} = 0,29$$

По результатам проведённых расчётов следует принять по одной единице технологического оборудования при реализации базовой технологии и проектной технологии.

Значение коэффициента загрузки оборудования вычисляем согласно формуле:

$$Kз = n_{расч}/n_{пр} \quad (4.6)$$

где $n_{расч}$ – рассчитанное по (4.5) количество оборудования;

$n_{пр}$ – принятое количество оборудования.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.6) результаты вычисления:

$$Kзб = 0,46/1 = 0,46$$

$$Kзп = 0,29/1 = 0,29$$

4.4 Расчет заводской себестоимости базового и проектного вариантов технологии

Размер затрат на материалы, которые требуются для реализации базовой и проектной технологии, вычисляем согласно формуле:

$$M = C_M \cdot H_p \cdot K_{Т-з}, \quad (4.7)$$

где C_M – рыночная стоимость соответствующего сварочного материала;

$K_{Т-з}$ – величина коэффициента, определяющего долю транспортно-заготовительных расходов.

$$M_{\text{баз.}} = 197,84 + 286,1 = 483,94 \text{ рублей}$$

$$M_{\text{проектн.}} = 98,35 + 142,32 = 240,67 \text{ рублей}$$

Размер фонда заработной платы (ФЗП) является суммой основной зарплаты и дополнительной зарплаты. Размер основной зарплаты вычисляем согласно формуле:

$$З_{\text{осн}} = t_{\text{шт}} \cdot C_{\text{ч}} \cdot K_{\text{д}} \quad (4.8)$$

где $C_{\text{ч}}$ – принятая тарифная ставка;

$K_{\text{д}}$ – величина коэффициента, определяющего долю доплат к основной заработной плате.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.8) результаты вычисления:

$$З_{\text{осн.баз.}} = 4,84 \cdot 200 \cdot 1,88 = 1819,84 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{осн.проектн.}} = 3,02 \cdot 200 \cdot 1,88 = 1135,52 \text{ руб.}$$

Размер дополнительной заработной платы вычисляем согласно формуле:

$$З_{\text{доп}} = \frac{K_{\text{доп}}}{100} \cdot З_{\text{осн}} \quad (4.9)$$

где $K_{\text{доп}}$ – величина коэффициента, определяющего долю отчислений на дополнительную заработную плату

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.9) результаты вычисления:

$$З_{\text{доп.базов.}} = 1819,84 \cdot 12 / 100 = 218,38 \text{ рублей};$$

$$З_{\text{доп.проектн.}} = 1135,52 \cdot 12 / 100 = 136,26 \text{ рублей};$$

$$\PhiЗП_{\text{базов.}} = 1819,84 + 218,38 = 2038,22 \text{ рублей};$$

$$\PhiЗП_{\text{проектн.}} = 1135,52 + 136,26 = 1271,78 \text{ рублей}.$$

Размер отчислений на социальные нужды вычисляем согласно формуле:

$$\text{Осн} = \PhiЗП \cdot K_{\text{сн}} / 100, \quad (4.10)$$

где $K_{\text{сн}}$ – величина коэффициента, определяющего долю затрат на обеспечение социальных нужд.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.10) результаты вычисления:

$$\text{Осс}_{\text{баз.}} = 2038,22 \cdot 30 / 100 = 693,00 \text{ руб.}$$

$$\text{Осс}_{\text{проектн.}} = 1271,78 \cdot 30 / 100 = 432,41 \text{ руб.}$$

Размер затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования вычисляем согласно формуле:

$$З_{\text{об}} = A_{\text{об}} + P_{\text{э-э}}, \quad (4.11)$$

где $A_{\text{об}}$ – амортизация оборудования;

$P_{\text{э-э}}$ – размер затрат на электрическую энергию;

Размер амортизации оборудования вычисляем согласно формуле:

$$A_{\text{об}} = \frac{Ц_{\text{об}} \cdot N_{\text{а}} \cdot t_{\text{МАШ}}}{F_{\text{э}} \cdot 100} \quad (4.12)$$

где $Ц_{\text{об}}$ – рыночная стоимость оборудования для реализации проектной и базовой технологии;

$N_{\text{а}}$ – норма амортизации технологического оборудования для реализации проектной и базовой технологии.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.12) результаты вычисления:

$$A_{об.б} = \frac{60000 \cdot 21,5 \cdot 4}{4108 \cdot 100} = 12,56 \text{ рублей}$$

$$A_{об.пр} = \frac{60000 \cdot 21,5 \cdot 2,5}{4108 \cdot 100} = 7,85 \text{ рублей}$$

Размер расходов на электроэнергию вычисляем согласно формуле:

$$P_{э-э} = \frac{M_{уст} \cdot t_{маш} \cdot Ц_{э-э}}{КПД} \quad (4.13)$$

где $M_{уст}$ – мощность оборудования для реализации проектной и базовой технологии;

$Ц_{э-э}$ – стоимость электрической энергии при реализации проектной и базовой технологии;

КПД – значение коэффициента полезного действия оборудования для реализации проектной и базовой технологии.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.13) результаты вычисления:

$$P_{э-эб} = \frac{9 \cdot 4 \cdot 1,75}{0,7} = 90,00 \text{ рублей}$$

$$P_{э-эпр} = \frac{9 \cdot 2,5 \cdot 1,75}{0,7} = 56,25 \text{ рублей}$$

$$Зоб_{баз.} = 12,56 + 90,00 = 102,56 \text{ рублей}$$

$$Зоб_{проектн.} = 7,85 + 56,25 = 64,10 \text{ рублей}$$

Размер технологической себестоимости вычисляем согласно формуле:

$$C_{ТЕХ} = М + ФЗП + Осс + Зоб \quad (4.14)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.14) результаты вычисления:

$$C_{ТЕХБаз.} = 483,94 + 2038,22 + 693 + 102,56 = 3317,72 \text{ руб.}$$

$$C_{ТЕХПроектн.} = 240,67 + 1271,78 + 432,41 + 64,1 = 2008,96 \text{ руб.}$$

Размер цеховой себестоимости вычисляем согласно формуле:

$$C_{ЦЕХ} = C_{ТЕХ} + Зосн \cdot К_{ЦЕХ} \quad (4.15)$$

где $K_{\text{ЦЕХ}}$ – величина коэффициента, определяющего долю цеховых расходов при реализации проектной и базовой технологии.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.15) результаты вычисления:

$$C_{\text{ЦЕХБаз.}} = 3317,72 + 1,5 \cdot 1819,84 = 3317,72 + 2729,76 = 6047,48 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ЦЕХПроектн.}} = 2008,96 + 1,5 \cdot 1135,52 = 2008,96 + 1703,28 = 3712,24 \text{ руб.}$$

Размер заводской себестоимости вычисляем согласно формуле:

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + Z_{\text{ОСН}} \cdot K_{\text{ЗАВ}} \quad (4.16)$$

где $K_{\text{ЗАВ}}$ – величина коэффициента, определяющего долю заводских расходов при реализации проектной и базовой технологии.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.19) результаты вычисления:

$$C_{\text{ЗАВБаз.}} = 6047,48 + 1,15 \cdot 1819,84 = 6047,48 + 2092,82 = 8140,30 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ЗАВПроектн.}} = 3712,24 + 1,15 \cdot 1135,52 = 235,2 + 1305,85 = 5018,09 \text{ руб.}$$

4.5 Калькуляция заводской себестоимости базовой и проектной технологии

Таблица 4.2 – Заводская себестоимость сварки

№ п/п	ПОКАЗАТЕЛИ	Услов. обозн.	Калькуляция., руб	
			Базовый	Проектн.
1	Материалы	М	483,94	240,67
2	Фонд заработной платы	ФЗП	2038,22	1271,78
3	Отчисления на соц. нужды	О _{СН}	693,00	432,41
4	Затраты на оборудование	Зоб	102,56	64,10
	Себестоимость технологич.	Стех	3317,72	2008,96
6	Расходы цеховые	Рцех	2729,76	1703,28
	Себестоимость цеховая	Сцех	6047,48	3712,24
7	Расходы заводские	Рзав	2092,82	1305,85
	Себестоимость заводская	С _{ЗАВ}	8140,30	5018,09

4.6 Капитальные затраты по базовой и проектной технологиям

Размер капитальных затрат, требующихся для реализации базовой технологии, вычисляем согласно формуле:

$$K_{\text{ОБЩБ}} = K_{\text{ОББ}} = n \cdot Ц_{\text{ОБ.Б.}} \cdot K_{3.Б.}, \quad (4.17)$$

где K_3 – величина коэффициента, определяющего долю загрузки технологического оборудования;

$Ц_{\text{ОБ.Б.}}$ – размер в рублях остаточной стоимости оборудования, определяемый согласно сроку службы;

n – принятое количество единиц оборудования для выполнения заданной производственной программы по базовой технологии.

$$Ц_{\text{ОБ.Б.}} = Ц_{\text{ПЕРВ.}} - (Ц_{\text{ПЕРВ.}} \cdot T_{\text{СЛ}} \cdot N_A / 100), \quad (4.18)$$

где $Ц_{\text{ПЕРВ.}}$ – рыночная стоимость в рублях приобретения технологического оборудования для реализации базовой технологии;

$T_{\text{СЛ}}$ – срок службы в годах оборудования для реализации базовой технологии на начало внедрения предлагаемых в выпускной квалификационной работе технических решений;

N_A – норма амортизации в процентах оборудования для реализации базового технологического процесса.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.20) и в формулу (4.21) результаты вычисления:

$$Ц_{\text{ОБ.Баз.}} = 600000 - (600000 \cdot 3 \cdot 21,5 / 100) = 21300 \text{ рублей}$$

$$K_{\text{ОБЩБаз.}} = 1 \cdot 21300 \cdot 0,46 = 9798 \text{ рублей}$$

Размер общих капитальных затрат для реализации проектной технологии вычисляем согласно формуле:

$$K_{\text{ОБЩПР}} = K_{\text{ОБПР}} + K_{\text{ПЛПР}} + K_{\text{СОПР}} \quad (4.19)$$

где $K_{\text{ОБ}}$ – принятая величина капитальных вложений в технологическое оборудование;

$K_{\text{ПЛ}}$ – принятая величина капитальных вложений в площади (поскольку базовый и проектный вариант технологии предполагает использование

одной и той же площади, размеры площади не изменились, поэтому расчёта капитальных вложений в площади не производим);

$K_{СОП}$ – принятая величина сопутствующих капитальных вложений.

$$K_{ОБПроектн} = Ц_{ОБПР} \cdot K_{Т-З} \cdot K_{ЗБ} \quad (4.20)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.20) результаты вычисления:

$$K_{ОБПроектн} = 60000 \cdot 1,05 \cdot 0,29 = 18270 \text{ руб.}$$

$$K_{СОП} = K_{ДЕМ} + K_{МОНТ} \quad (4.21)$$

где $K_{ДЕМ}$ – размер затрат на демонтаж оборудования для реализации базовой технологии;

$K_{МОНТ}$ – величина коэффициента, определяющего долю расходов на монтаж оборудования.

$$K_{ДЕМ} = Ц_{Б} \cdot K_{ДЕМ} \quad (4.22)$$

где $K_{ДЕМ}$ – величина коэффициента, определяющего долю расходов на демонтаж оборудования.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.25) результаты вычисления:

$$K_{ДЕМ} = 1 \cdot 60000 \cdot 0,05 = 3000 \text{ руб.}$$

$$K_{МОНТ} = Ц_{ПР} \cdot K_{МОНТ}, \quad (4.23)$$

где $K_{МОНТ}$ – величина коэффициента, определяющего долю затрат на монтаж оборудования для реализации проектной технологии.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.21) и в формулу (4.22) результаты вычисления:

$$K_{МОНТ} = 60000 \cdot 0,05 = 3000 \text{ руб.}$$

$$K_{СОП} = 3000 + 3000 = 6000 \text{ руб.}$$

$$K_{ОБЩПроектн} = 18270 + 6000 = 24270 \text{ руб.}$$

Размер дополнительных капитальных вложений вычисляем согласно формуле:

$$K_{ДОП} = K_{ОБЩПР} - K_{ОБЩБ}. \quad (4.24)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.24) результаты вычисления:

$$K_{\text{доп}} = 24270 - 9798 = 14472 \text{ руб.}$$

Размер удельных капитальных вложений вычисляем согласно формуле:

$$K_{\text{уд}} = \frac{K_{\text{общ.}}}{P_{\Gamma}}, \quad (4.25)$$

где P_{Γ} – принятое значение годовой программы.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.25) результаты вычисления:

$$K_{\text{удБаз.}} = 9798/400 = 24,50 \text{ руб./ед.}$$

$$K_{\text{удПроектн.}} = 24270 /400 = 60,68 \text{ руб./ед.}$$

4.7 Показатели экономической эффективности проектной технологии

Снижения трудоемкости вычисляем согласно формуле:

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{t_{\text{штБ}} - t_{\text{штПР}}}{t_{\text{штБ}}} \cdot 100\% \quad (4.26)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.29) результаты вычисления:

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{4,84 - 3,02}{4,84} \cdot 100\% = 38\%$$

Показатель повышения производительности труда вычисляем согласно формуле:

$$P_{\Gamma} = \frac{100 \cdot \Delta t_{\text{шт}}}{100 - \Delta t_{\text{шт}}} \quad (4.27)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.30) результаты вычисления:

$$P_{\Gamma} = \frac{100 \cdot 38}{100 - 38} = 61\%$$

Снижение технологической себестоимости труда вычисляем согласно формуле:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{C_{\text{ТЕХБ}} - C_{\text{ТЕХПР}}}{C_{\text{ТЕХБ}}} \cdot 100\% \quad (4.28)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.31) результаты вычисления:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{3317,72 - 2008,96}{3317,72} \cdot 100\% = 40\%$$

Условно-годовую экономию (ожидаемую прибыль) вычисляем согласно формуле:

$$\text{Пр}_{\text{ож.}} = \text{Э}_{\text{у.г.}} = (C_{\text{зав}}^{\text{б}} - C_{\text{зав}}^{\text{пр}}) \cdot \text{П}_{\Gamma} \quad (4.29)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.32) результаты вычисления:

$$\text{Э}_{\text{у.г.}} = (8140,30 - 5018,09) \cdot 400 = 1248884 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений вычисляем согласно формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{доп}}}{\text{Э}_{\text{у.г.}}} \quad (4.33)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.33) результаты вычисления:

$$T_{\text{ок}} = \frac{14472}{1248884} = 0,35$$

Годовой экономический эффект в сфере производства вычисляем согласно формуле:

$$\text{Э}_{\Gamma} = \text{Э}_{\text{у.г.}} - \text{Ен} \cdot K_{\text{доп}} \quad (4.34)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.34) результаты вычисления:

$$\text{Э}_{\Gamma} = 1248884 - 0,33 \cdot 14472 = 1244108 \text{ руб.}$$

4.8 Заключение по экономическому разделу

Экономический раздел настоящей выпускной квалификационной работы посвящён определению основных экономических показателей, которые могут охарактеризовать проектную и базовую технологии: технологической и заводской себестоимости сварки.

В ходе выполнения расчётов установлено, что проектная технология при внедрении в производство позволит получить положительные эффекты: уменьшить трудоемкость на 38 %, увеличить производительность труда на 61 %, уменьшить технологическую себестоимость на 40 %. Размер расчётной величины условно-годовой экономии составил приблизительно 1,3 млн. рублей.

Размер годового экономического эффекта, оцененный с учетом капитальных вложений в приобретаемое технологическое оборудование, составил 1,2 млн. рублей. Финансовые затраты на капитальные вложения в технологическое оборудование окупятся за 0,35 года.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод о высокой экономической эффективности предлагаемых в выпускной квалификационной работе технологических решений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей выпускной квалификационной работе была поставлена цель – повышение качества и производительности сварочных операций при производстве отопительных печей.

На основании анализа имеющихся в наличии источников научно-технической информации показана перспективность замены способа ручной дуговой сварки штучными электродами на более перспективный способ – механизированную сварку. Были сформулированы задачи выпускной квалификационной работы, последовательное решение которых позволит достигнуть поставленной цели:

- 1) обоснование замены способа сварки;
- 2) совершенствование операций технологического процесса сборки и сварки изделия;
- 3) составление проектной технологии сборки и сварки изделия;
- 4) произвести экологический анализ предложенных технологических решений на предмет возможной опасности для окружающей среды и работающего персонала;
- 5) произвести экономическую оценку предлагаемых технических решений на предмет эффективности их внедрения в производство.

В ходе выполнения экологического раздела выполнен анализ экологической безопасности предлагаемых в выпускной квалификационной работе технических решений и предложены меры по защите персонала от вредных и опасных факторов, которые возникают при реализации проектной технологии.

Анализ экономической эффективности предложенных решений позволил установить, что внедрение результатов выпускной квалификационной работы в производство позволит получить годовой экономический эффект в размере 1,2 млн. рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1) Lucas W. Choosing a shielding gas. Pt 2 / W. Lucas // Welding and Metal Fabrication. – 1992. – № 6. – P. 269–276.
- 2) Dilthy, U. Schutgase zum MAGM – Hochleistungsschweißen / U. Dilthy, U. Reisgen, V/ Stenke et al. // Schweissen und Schneiden. – 1995. – 47, № 2. – S. 118–123.
- 3) Dixon K. Shielding gas selection for GMAW of steels / K. Dixon // Welding and Metal Fabrication. – 1999. – № 5. – P. 8–13.
- 4) Salter, G.R. Selecting gas mixtures for MIG welding / G.R. Salter, S.A. Dye // Metal Constr. and Brit. Weld. J. – 1971. – 3, № 6. – P. 230–233.
- 5) Cresswell R. A. Gases and gas mixtures in MIG and TIG welding / R.A. Cresswell // Welding and Metal Fabrication. – 1972. – 40, № 4. – P. 114–119.
- 6) Патон, Б.Е. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом с программным регулированием процесса / Б.Е. Патон, А.Г. Потапьевский, И.В. Подола // Автоматическая сварка. – 1964. – № 1. – С. 1–6.
- 7) Управление процессом дуговой сварки путем программирования скорости подачи электродной проволоки / Б.Е. Патон, Н.М. Воропай, В.Н. Бучинский и др. // Автоматическая сварка. -1977. - № 1. - С. 1-5, 15.
- 8) Патон, Б.Е. Управление плавлением и переносом электродного металла при сварке в углекислом газе / Б.Е. Патон, А.В. Лебедев // Автоматическая сварка. – 1988. – № 11. – С. 1–5.
- 9) Патон, Б.Е. Применение защитных газов в сварочном производстве / Б.Е. Патон, С.Т. Римский, В.И. Галинич // Автоматическая сварка. – 2014. – № 6–7. – С. 17–24.
- 10) Коломийцев, Е.В. Коррозионно-усталостная прочность тавровых соединений стали 12Х18Н10Т и методы её повышения / Е.В. Коломийцев // Автоматическая сварка. – 2012. – № 12. – С. 41–43.

11) Лебедев, В.А. Зависимость между скоростями импульсной подачи электродной проволоки и её плавления при сварке с короткими замыканиями / В.А. Лебедев // Автоматическая сварка. – 2007. – № 4. – С. 19–22.

12) Романюк, В.С. Высокопроизводительная сварка неповоротных стыков труб порошковой проволокой с принудительным формированием шва / В.С. Романюк, В.Д. Ковалёв, С.А. Резник, А.М. Семенов // Сварщик. – 2001. – № 2. – С. 32–33.

13) А. с. 448106 СССР, В 23 к 35/38. Защитная газовая смесь / Б.Е. Патон, А.В. Кирсанов, В.В. Подгаецкий и др. – Приор. 26.06.72. Оpubл. 30.10.74; Бюл. № 40.

14) Шлепаков, В.Н. Современные электродные материалы и способы электродуговой сварки плавлением / В.Н. Шлепаков // Автоматическая сварка. – 2011. – № 1. – С. 31–35.

15) Косииси Ф. Перспективные сварочные материалы / Ф. Косииси // Журнал японского сварочного общества. – 2007. – 76, № 1. – С. 61–64.

16) Stenbacka N., Persson K.-A. Shielding gases for gas metal arc welding // Welding Journal. – 1989. – № 11. – P. 41–47.

17) Свещинский, В.Г. Сварка сталей в защитных газовых смесях на основе аргона в промышленности Украины / В.Г. Свещинский, С.Т. Римский, В.И. Галинич // Автоматическая сварка. – 1994. – № 4. – С. 41–44.

18) Свещинский, В.Г. Оценка вязкости разрушения швов, сваренных в защитных газах и под флюсом / В.Г. Свещинский, С.Т. Римский, В.И. Кирьян // Автоматическая сварка. – 1982. – № 8. – С. 16–19.

19) Лебедев, В.А. Современные механизмы подачи электродной проволоки в аппаратах для механизированной сварки, наплавки и резки / В.А. Лебедев, С.И. Притула // Автоматическая сварка. – 2006. – № 4. – С. 53–56.

20) Левченко, О.Г. Экспериментальное и расчетное определение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны при дуговой сварке

покрытыми электродами / О.Г. Левченко А.О. Лукьяненко, Ю.О. Полукаров // Автоматическая сварка. – 2010. – № 1. – С. 31–34.

21) Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве: учебное пособие / Л. Н. Горина. – Тольятти: ТолПИ, 2000. – 68 с.

22) Краснопевцева, И.В. Экономическая часть дипломного проекта: метод. указания / И. В. Краснопевцева – Тольятти: ТГУ, 2008. – 38 с.

23) Амирджанова, И.Ю. Правила оформления выпускных квалификационных работ: учебно-методическое пособие / И.Ю. Амирджанова, Т.А. Варенцова, В.Г. Виткалов, А.Г. Егоров, В.В. Петрова – Тольятти : ТГУ, 2019. – 145 с.