

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

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение»,
профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Отделение промышленных технологий

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ И
УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ ОГРАЖДЕНИЯ КРЕПИ
МЕХАНИЗИРОВАННОЙ МКЮ2У.75**

УДК 621.757:621.791:622.28.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А41	Голенцов П.А.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В.Г.	к.п.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОТБ	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

И.о. руководителя Отделения промышленных технологий	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Кузнецов М.А.	К.Т.Н.		

Юрга – 2019 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности.
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности.
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля.

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Руководитель ВКР

А.В. Крюков

Студент гр. 3-10А41

П.А. Голенцов

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

Институт Юргинский технологический институт
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение»,
профиль «Оборудование и технология сварочного производства»
 Отделение промышленных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
 И.о. руководителя
 отделения промышленных технологий
 _____ М.А. Кузнецов
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломный проект
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А41	Голенцов Петр Алексеевич

Тема работы:

Разработка технологии, проектирование оснастки и участка сборки-сварки ограждения крепи механизированной МКЮ2У.75	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	17.04.2019 г. № 59/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Обзор литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Расчет и аналитика. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 5. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей.)</i>	ФЮРА.0МКЮ2У.233.00.000 СБ Ограждение. Сборочный чертеж Формат А1×3 ФЮРА.000001.233.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное Формат А1 ФЮРА.000002.233.00.000 СБ Кантователь Формат А1 ФЮРА.000003.233 ЛП План участка Формат А1 ФЮРА.000004.233 ЛП Карта организации труда на производственном участке. Лист плакат Формат А1 ФЮРА.000005.233 ЛП Система вентиляции участка Формат А1 Технологическая схема сборки и сварки изделия
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов.)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крюков А.В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Крюков А.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А41	Голенцов А.П.		

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

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение»,
профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Отделение промышленных технологий

Период выполнения (осенний/весенний семестр 2018 – 2019 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
на выполнение выпускной квалификационной работы**

Срока сдачи студентом готовой работы	
--------------------------------------	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Обзор литературы	20
	Объекты и методы исследования	20
	Расчет и аналитика	20
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Крюков А.В.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

И.о. руководителя	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Отделения промышленных технологий	Кузнецов М.А.	к.т.н.		

Юрга – 2019 г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А41	Голенцову Петру Алексеевичу

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:
<i>Оценка стоимости производства по базовому технологическому процессу ограждения крепи механизированной МКЮ2У.75</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:
<i>1 Расчет объема капитальных вложений</i>
<i>1.1 Стоимость технологического оборудования</i>
<i>1.2 Стоимость вспомогательного оборудования</i>
<i>1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря</i>
<i>1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений</i>
<i>1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах</i>
<i>1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве</i>
<i>1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции</i>
<i>1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности</i>
<i>1.9 Денежные оборотные средства</i>
<i>2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции</i>
<i>2.1 Основные и вспомогательные материалы за вычетом реализуемых отходов</i>
<i>2.2 Расчет заработной платы производственных работников</i>
<i>2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих</i>
<i>2.4 Расчет амортизации основных фондов</i>
<i>2.5 Отчисления в ремонтный фонд</i>
<i>2.6 Затраты на силовую электроэнергию</i>
<i>2.7 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь</i>
<i>2.8 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих</i>
<i>2.9 Заработная плата административно-управленческого персонала</i>
<i>3 Выводы</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В.Г.	к.п.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А41	Голенцов П.А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-10А41	Голенцову Петру Алексеевичу

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание технологического процесса, проектирование и участка сборки-сварки ограждения крепи механизированной МКЮ2У.75	- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме:	ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.4.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. Правила устройства электроустановок. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548.96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.*

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	- физико-химическая природа вредностей, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной - защиты, затем – индивидуальные защитные средства).
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в	- механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты);

<i>следующей последовательности:</i>	- электробезопасность (в т. ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
3. Охрана окружающей среды:	- защита селитебной зоны; - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях:	- перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	- специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров).</i>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОТБ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А41	Голенцов П.А.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 109 страниц, 2 рисунка, 22 таблицы, 28 источников, 4 приложения, 9 листов графического материала.

Ключевые слова: сварка, проектирование, приспособление сборочно-сварочное, оборудования, ограждение, химический состав, смесь газов, сварочная проволока.

Значимость работы: разработка более эффективного и экономически выгодного технологического процесса сборки-сварки ограждения крепи механизированной МКЮ2У.75.

Объектом исследования является технологический процесс изготовления ограждения крепи механизированной МКЮ2У.75.

Задачи исследования (работы). В результате данной ВКР следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации повышающей производительность труда.

В процессе работы рассчитаны режимы сарки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгоде предлагаемого технологического процесса.

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 16.0 и КОМПАС-3D V10 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Оглавление

Введение	15
Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	17
1 Обзор литературы	19
1.1 Расчет параметров режима наплавки пристеночного валика при многопроходной сварке в защитных газах	19
1.2 Применение защитных газов в сварочном производстве	20
1.3 Выбор защитного газа для механизированной дуговой сварки разнородных сталей	21
2 Объект и методы исследования	24
2.1 Формулировка проектной задачи	24
2.2 Теоретический анализ	25
3 Результаты проведенного исследования	26
3.1 Инженерный расчёт	26
3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов	26
3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки	34
3.1.3 Расчёт режимов сварки	36
3.2 Технологический раздел	40
3.2.1 Технологический анализ выбранного производства	40
3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	42
3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	44
3.2.4 Нормирование операций	45
3.2.5 Выбор технологического оборудования	49
3.2.6 Контроль технологических операций	52
3.2.7 Разработка технической документации	56
3.3 Конструкторский раздел	57
	11

3.3.1	Общая характеристика механического оборудования	57
3.3.2	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	58
3.3.3	Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	59
3.4	Пространственное расположение производственного процесса	59
3.4.1	Состав сборочно-сварочного цеха	59
3.4.2	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	61
3.4.3	Расчет основных элементов производства	61
3.4.3.1	Определение требуемого количества оборудования	61
3.4.3.2	Определение состава и численности работающих	63
3.4.4	Планировка заготовительных отделений	65
3.4.5	Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	66
3.4.6	Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса	68
3.4.7	Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений	69
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	71
4.1.	Расчет объема капитальных вложений	74
4.1.1	Стоимость технологического оборудования	75
4.1.2	Стоимость вспомогательного оборудования	76
4.1.3	Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря	76
4.1.4	Стоимость эксплуатируемых помещений	77
4.1.5	Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах	77
4.1.6	Оборотные средства в незавершенном производстве	79
4.1.7	Оборотные средства в запасах готовой продукции	80
4.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности	80
4.1.9	Денежные оборотные средства	81
4.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	81
4.2.1	Основные и вспомогательные материалы за вычетом	

реализуемых отходов	81
4.2.2 Расчет заработной платы производственных работников	83
4.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	83
4.2.4 Расчет амортизации основных фондов	84
4.2.4.1 Расчет амортизации оборудования	84
4.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий	86
4.2.5 Отчисления в ремонтный фонд	86
4.2.6 Затраты на силовую электроэнергию	87
4.2.7 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь	87
4.2.8 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	88
4.2.9 Заработная плата административно-управленческого персонала	88
4.3 Экономическое обоснование технологического проекта	89
5 Социальная ответственность	91
5.1 Описание рабочего места	91
5.2. Законодательные и нормативные документы	92
5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	94
5.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	98
5.3.2 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата участка	99
5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	99
5.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	102
5.5 Охрана окружающей среды	102
5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	104
5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	104
Заключение	106
Список использованных источников	107
Приложение А Спецификация Ограждение	
Приложение Б Спецификация Приспособление сборочно-сварочное	

Приложение В Спецификация Кантователь

Приложение Г Технологический процесс

Диск CD-R

в конверте на обложке

Графический материал

на отдельных листах

ФЮРА.0МКЮ2У.233.00.000 СБ Ограждение. Сборочный чертеж

Формат А1×3

ФЮРА.000001.233.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное

Формат А1

ФЮРА.000002.233.00.000 СБ Кантователь

Формат А1

ФЮРА.000003.233 ЛП План участка

Формат А1

ФЮРА.000004.233 ЛП Карта организации труда на производственном
участке. Лист плакат

Формат А1

ФЮРА.000005.233 ЛП Система вентиляции участка

Формат А1

Технологическая схема сборки и сварки изделия

Формат А1

Введение

Сварка электрической дугой представляет собой способ соединения металлических частей, отличающееся тем, что части должны быть соединены методом расплавления дуговым разрядом в области их контакта, с последующим отверждением и образования надежного соединения. Источник тепла для сварки электрической дугой является электрический разряд в ионизированной смеси паров материалов и газов, характеризуется высокой плотностью тока и высокой температурой ($4500\div 6000\text{ }^{\circ}\text{C}$) выше, чем в известной точке плавления металла [1].

После того, как понятие «сварка металлов» прочно утвердилось в современном языке, практически ни одна отрасль не осталась в стороне от ее применения. Строительство в промышленном и малом масштабе, является самой крупной отраслью, в которой используется соединение металла. Это связано с преимуществами сварки: быстрый процесс, прочность соединения, экономическая составляющая. В общем, все те качества, которые нужны для успешной работы.

Сварка в среде инертного газа, является одним из основных процессов дуговой сварки в защитном газе. Защитный газ, окружая сварочную ванну, сварочную дугу и расплавленный металл устраняет влияние атмосферы, защищает от окисления и азотирования.

Главные достоинства сварки в защитных газах:

- 1) хорошая защита сварки от воздействия кислорода и азота воздуха;
- 2) высокие механические свойства сварного шва;
- 3) высокая производительность процесса сварки;
- 4) отсутствие необходимости применения флюсов и последующей очистки шва от шлака;
- 5) возможность наблюдения за процессом формирования шва;
- 6) малая зона термического влияния;

7) возможность полной механизации и автоматизации процесса сварки.

Сейчас все чаще применяется в производстве сварка в смеси двуокиси углерода с другими активными и инертными газами (Ar, He, N, H), что позволяет расширить эксплуатационные возможности и улучшает качество сварных соединений.

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки-сварки ограждения крепи механизированной МКЮ2У.75. В результате проведения данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации, повышающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшение условий труда.

В настоящее время в сварочном производстве ведущее значение имеет снижение себестоимости изделия и увеличение производительности труда. Это гарантирует качественно лучшее применение рабочей силы в производственном процессе и повышает конкурентоспособность изделия на потребительском рынке, и это важнейшая задача в современной экономической политике России.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- а) ГОСТ 1050-88 «Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали»;
- б) ГОСТ 977-88 «Отливки стальные. Общие технические требования»;
- в) ГОСТ 4543-71 «Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия»;
- г) ГОСТ 2246-70 «Проволока стальная сварочная. ТУ»;
- д) ГОСТ 8050-85 «Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия»;
- е) ГОСТ 10157-79 «Аргон газообразный и жидкий. ТУ»;
- ж) ТУ 2114-004-00204760-99 «Смеси газовые. Технические условия»;
- з) ГОСТ 14771-76 «Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные»;
- и) ГОСТ 2310-77 «Молотки слесарные. Технические условия»;
- к) ГОСТ Р 54578-2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного воздействия»;
- л) «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (утвержден Главным государственным санитарным врачом СССР 23 февраля 1988 г. №4557-88);
- м) СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки»;
- н) ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- о) ГОСТ 12.1.012-2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»;
- п) СН 2.2.4/2.1.8.556-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»;

- р) ФЗ «Об основах охраны труда в РФ» от 17.07.1999 г. (№ 181-ФЗ);
- с) СНиП 2.09.03-85 «Сооружения промышленных предприятий»;
- т) СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов»;
- у) ТУ 8572-017-00302190-93 «Костюмы мужские для сварщиков, защищающие от искр, брызг расплавленного металла»;
- ф) ГОСТ 12.4.010-75 СИЗ «Рукавицы специальные»;
- х) ГОСТ 12.4.002-97 ССБТ «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации»;
- ц) СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»;
- ч) СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;
- ш) ФЗ №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера» от 21.12.94 г.;
- щ) ГОСТ 12.4.009-83 «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды, размещение и обслуживание»;
- э) СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
- ю) СНиП 31-03-2001 «Производственные здания».

В работе использовались следующие сокращения и обозначения:

- 1) ЧС – чрезвычайная ситуация;
- 2) НОТ – научная организация труда;
- 3) КПД – коэффициент полезного действия;
- 4) ВИК – визуально-измерительный контроль;
- 5) ИТР – инженерно-технические работники;
- 6) МОП – младший обслуживающий персонал;
- 7) СИЗ – средства индивидуальной защиты;
- 8) ОШЗ – околосовная зона;
- 9) ФЗ – федеральный закон;
- 10) ТУ – технические условия.

1 Обзор литературы

1.1 Расчет параметров режима наплавки пристеночного валика при многопроходной сварке в защитных газах

В условиях современного сварочного производства остается актуальным вопрос повышения производительности процесса сварки. Одним из эффективных способов, позволяющих значительно повысить производительность процесса сварки, а также снизить материальные и энергетические затраты, является применение зауженных разделок. Наряду с этим повышение производительности требует внедрения автоматических и роботизированных комплексов. Однако при реализации технологии многопроходной сварки плавящимся электродом на автоматических и роботизированных установках возникают сложности, связанные с появлением таких дефектов, как несплавления. Особенно при наложении пристеночного валика (первого валика в слое), поскольку для получения сварных швов с требуемыми механическими свойствами, благоприятной структурой, минимальными сварочными деформациями и требуемой формой швов, а также снижения вероятности появления горячих и холодных трещин необходимо ограничивать погонную энергию. В условиях ограничения погонной энергии при многопроходной сварке из-за повышенного теплоотвода в основной металл вероятность образования несплавлений между валиком и кромками разделки, а также между соседними валиками существенно возрастает.

Одним из способов регулирования проплавления основного металла при сварке в проблемных участках разделки является изменение параметров процесса (ток, напряжение, скорость сварки), определяющих тепловложение, а, следовательно, условия формирования сварного шва, в частности глубину проплавления кромок.

В ВКР приведены результаты исследования влияния параметров режима

сварки (сварочного тока обратной полярности, напряжения дуги, скорости сварки, расстояния между концом электрода и кромкой) на форму пристеночного валика при сварке под флюсом. Определено, что параметром, характеризующим механическое заклинивание шлаковой корки, является угол перехода поверхности пристеночного валика к кромке.

Основные параметры режима, определяющие его значение: напряжение на дуге, расстояние между концом электрода и кромкой, а также скорость сварки. Однако в данной ВКР не рассмотрены вопросы влияния угла разделки на вероятность возникновения несплавлений у кромок разделки.

Известен также метод, когда для предотвращения появления несплавлений между валиком и кромкой разделки применяют автоматическую сварку с поперечными колебаниями с импульсным увеличением тока при подходе к свариваемой кромке. Однако при этом необходимо определение точного значения мощности импульса (что связано с оценкой эффективности использования тепловой энергии дуги) [2].

1.2 Применение защитных газов в сварочном производстве

Разработки дуговых способов сварки в активных защитных газах плавящимся и неплавящимся электродом начались в Институте электросварки им. Е.О. Патона в 30-х гг. прошлого века и не прекращаются до сих пор. Развитие и широкое промышленное применение сварки в активных защитных газах активизировалось после того, как в СССР впервые в мире был предложен и разработан способ сварки в углекислом газе плавящимся электродом. До этого препятствием для применения углекислого газа в качестве защитной атмосферы прежде всего являлось порообразование в швах. Причиной пористости было кипение металла сварочной ванны от выделения монооксида углерода вследствие недостаточной ее раскисленности. Применение сварочных

проволок с повышенным содержанием кремния типа Св-08ГС и Св-08Г2С устранило этот недостаток и дало возможность широко использовать углекислый газ в сварочном производстве.

В дальнейшем 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. Импульсное повышение тока дуги существенно влияет на характер протекания дугового разряда и улучшает его стабильность, что позволяет значительно уменьшить нижний предел сварочного тока, поддерживающего горение дуги. Например, при сварке алюминия в аргоне проволокой диаметром 1,6 мм устойчивый процесс ИДС можно получить при токах около 30 А вместо 110...120 А. Нижний предел тока при сварке нержавеющей стали в аргоне проволокой диаметром 2,0 мм составляет 130 А вместо 250...280 А при обычной сварке стационарной дугой. При этом во всех случаях 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 [3].

1.3 Выбор защитного газа для механизированной дуговой сварки разнородных сталей

Особенностью механизированной дуговой сварки высоколегированной

проволокой в защитном газе является высокая склонность металла к окислению в сварочной зоне и образованию в шве несплавлений и зашлаковок. При сварке в среде аргона этому способствует низкая стабильность сварочной дуги, приводящая к нарушению процесса сварки и газовой защиты, а в смеси аргона с CO_2 или с кислородом – окисление металла самим защитным газом. Применяются для защиты зоны сварки и азотосодержащий газ – азот, смеси аргона или CO_2 с азотом или с воздухом, но при этом, кроме того, возникает опасность образования пор в шве. Большой выбор разных составов защитных газов для практически похожих технологических вариантов свидетельствует о том, что разработка газовых смесей, а также развитие теории процесса сварки в защитном газе еще продолжаются, что подтверждается многочисленными публикациями на эту тему.

Кроме состава защитного газа на качество швов большое влияние оказывает и состав электродной проволоки. Выбор ее, как правило, определяется условиями эксплуатации сварного соединения. Для сварки разнородных сталей разработаны сварочные проволоки типа 08X20H-25M3Г2, 08X25H40M8Г2 и 08X25H60M10Г2. Повышенное содержание хрома и молибдена в них предназначено для предотвращения образования горячих трещин в шве, а никеля – для снижения толщины мартенситной прослойки в зоне сплавления с перлитной сталью и торможения развития структурной неоднородности в этой зоне при эксплуатационном нагреве. Однако, хром и молибден при окислении образуют шпинели типа MeR_2O_4 , где в качестве Me выступают элементы Fe, Mn, Mg, а в качестве R – Al, Cr, V, Mo, находящиеся в твердом растворе металла проволоки. Высказано предположение, что при этом создается переходной слой между шлаком и поверхностью шва, который способствует их прочному соединению. Известна сварочная высоколегированная проволока типа 08X20H9Г7Т, которая была разработана для сварки в CO_2 высокопрочных сталей. Она нашла успешное применение и для сварки разнородных сталей. Отличительной особенностью ее состава является пониженное содержание никеля в ней и шпинелеобразующих

элементов, а также наличие активных элементов-раскислителей, таких как кремний, титан, марганец, что позволяет получить металл шва без дефектов за счет самоотделения шлаковой корки с поверхности наплавленного металла при охлаждении. Недостаточное содержание аустенизирующих элементов в этой проволоке ограничивает ее применение для сварки разнородных сталей из-за образования и развития структурной неоднородности в зоне сплавления с перлитной сталью [4].

Изменение параметров сварки в защитных газах позволяет оказывать влияние на параметры сварного шва. Газовая смесь надежно защищает сварочную ванну от влияния окружающей среды. На качество сварного соединения оказывает влияние правильный подбор защитного газа и сварочной проволоки. Благодаря приведенным выше работам, и сделанным на их основе выводам выбирается автоматическая сварка в смеси газов ($\text{Ar} + \text{CO}_2$).

2 Объект и методы исследования

2.1 Формулировка проектной задачи

Целью выпускной квалификационной работы является сопоставление достигнутого выпускниками уровня гуманитарной, социально-экономической, естественнонаучной, общепрофессиональной и специальной подготовки с требованиями Государственного стандарта высшего профессионального образования по направлению 15.03.01 «Машиностроение», профиль подготовки «Оборудование и технология сварочного производства».

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать участок сборки-сварки ограждения. При этом произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов, расчёт режимов сварки и выбор необходимого сварочного оборудования, техническое нормирование операций, определить потребный состав всех необходимых элементов производства, произвести расчёт и конструирование оснастки, планировку участка сборки-сварки.

Помимо этого, разрабатываются эргономические и экономические мероприятия, которые совместно с технологической частью должны обеспечивать возможность создания наиболее современного и передового по техническому уровню и высокоэффективного сборочно-сварочного участка по выпуску продукции, при ее себестоимости, обуславливающей рентабельность производства и кратчайшие сроки окупаемости капитальных затрат, а также соблюдение других необходимых требований.

2.2 Теоретический анализ

В результате теоретического анализа существующего технологического процесса сборки-сварки ограждения были выявлены существующие недостатки. Для устранения этих недостатков предлагается произвести следующие изменения в технологическом процессе:

1) сократить время производственного цикла за счет стационарного приспособления, которое не будет необходимости каждый раз заново монтировать на плитном настиле;

2) за счет использования стационарного приспособления упразднить такие операции, как приварка и срезание технологических распорок, что позволит сократить расход материалов, и снизить время производственного цикла, так как не нужно будет производить зачистку после среза технологических распорок;

3) установить сварочное приспособление на кантователе, за счет чего сократится время на снятие, транспортировку и установку изделия на другом рабочем месте;

4) произвести замену дорогостоящего импортного оборудования на современный российский аналог.

В результате внедрения в технологический процесс вышеуказанных изменений значительно улучшаются технические и экономические показатели, снижается себестоимость изделия, что в свою очередь приведет к увеличению конкурентоспособности изделия на рынке производства, сбыта и потребления, а, следовательно, к рентабельности производства данного изделия.

3 Результаты проведенного исследования

3.1 Инженерный расчёт

3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов

Изготавливаемое изделие – ограждение. В качестве материала деталей ограждения используют стали следующих марок: 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 09Г2С (свариваемость хорошая, сварные соединения высокого качества, сварка выполняется без применения особых приемов) и сталь 35 (свариваемость удовлетворительная, для получения высококачественных сварных соединений необходимо строгое соблюдение режимов сварки, специальные присадочные материалы, нормальные температурные условия, в некоторых случаях – подогрев, проковка швов, термообработка) [5]. Выбор этих сталей обусловлен необходимостью в сочетании надежности конструкции с хорошей технологической свариваемостью и небольшой себестоимостью [5].

Химический состав и механические свойства стали 14ХГ2САФД приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Химический состав стали 14ХГ2САФД [6]

Массовая доля элементов, %									
C	Mn	Si	Cu	Cr	N	Ni	V	P	S
0,08÷0,14	1,2÷1,7	0,02÷0,07	0,9	<0,05	0,9	<0,8	0,2	не более	
								0,035	0,04

Таблица 2 – Механические свойства стали 14ХГ2САФД [6]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	KCU ₄₀ , МДж/см ²
390	530	19	0,5

Химический состав и механические свойства стали 35 приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Химический состав стали 35 ГОСТ 1050-88 [6]

Массовая доля элементов, %								
C	Mn	Si	As	Cr	Ni	Cu	P	S
0,32÷0,40	0,5÷0,8	0,17÷0,37	не более					
			0,08	0,25	0,3	0,3	0,035	0,04

Таблица 4 – Механические свойства стали 35 [6]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	KCU ₄₀ , МДж/см ²
315	530	20	45	69

10ХСНД – низколегированная сталь хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к отпускной хрупкости. Сталь предназначена для изготовления сварных металлоконструкций и различных изделий, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы, работающих при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 450 °С [6]. Химический состав и механические свойства стали 10ХСНД приведен в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Химический состав стали 10ХСНД ГОСТ 19281-89 [6]

Массовая доля элементов, %								
C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	P	S	N
до 0,12	0,5÷0,8	0,8÷1,1	0,6÷0,9	0,5÷0,8	0,4÷0,6	0,035	0,040	0,008

Таблица 6 – Механические свойства стали 10ХСНД [6]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %
390	530÷685	19

09Г2С – низколегированная сталь хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к отпускной хрупкости. Сталь предназначена для изготовления различных деталей и элементов сварочных металлоконструкций, работающих при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 425 °С под давлением [6].

Химический состав и механические свойства стали 09Г2С приведен в таблицах 7 и 8.

Таблица 7 – Химический состав стали 09Г2С ГОСТ 19282-73 [6]

Массовая доля элементов, %										
C	Si	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	P	S	As	N
до 0,12	0,5÷0,8	1,3÷1,7	не более							
			0,12	0,3	0,3	0,3	0,035	0,04	0,08	0,008

Таблица 8 – Механические свойства стали 09Г2С [6]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	KCU ₄₀ , МДж/см ²
345	490	21	–

Способ сварки при разработке технологии следует выбирать таким образом, чтобы он удовлетворял всем требованиям, установленным исходными данными.

Для сталей 14ХГ2САФД, 10ХСНД, сталь 35 и 09Г2С рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в Ar+CO₂ электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [5].

Принимаем сварку плавящимся электродом в смеси газа Ar+CO₂ (смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 18 % двуокиси углерода к 82 % аргона) по ТУ 2114-004-00204760-99, т.к. существует ряд преимуществ этих

способов:

- 1) возможность вести механизированную сварку, а т.к. в изготавливаемом изделии есть сварные швы протяженностью больше двух метров, то возможность использования автоматической сварки очень важна;
- 2) высокая производительность;
- 3) высокие механические свойства сварных соединений;
- 4) меньшая склонность к образованию горячих трещин;
- 5) меньшая себестоимость сварочных работ.

При сварке в смеси газов электродная проволока является единственным материалом, через который можно в достаточно широких пределах изменять состав и свойства металла шва. Состав металла шва выбирают близким к составу основного металла, при этом необходимые свойства металла получают за счёт сварочной проволоки. Сварку ведут проволокой с повышенным содержанием элементов – раскислителей. Выбираем проволоку Св-08Г2С-О и Св-08ГСМТ по ГОСТ 2246-70.

Проволока Св-08Г2С-О и Св-08ГСМТ ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен. К каждому мотку прикреплен бирка с названием завода-изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках.

Механические свойства металла шва и химический состав проволоки и приведены в таблице 9 и 10.

Таблица 9 – Механические свойства металла шва [7]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	КСУ, кДж/см ²	
			20°С	-20°С
Св-08Г2С-О	540	24	100	60
Св-08ГСМТ	452	18	120	75

Таблица 10 – Химический состав проволоки Св-08Г2С-О и Св-08ГСМТ [7]

Марка проволоки	Химический состав, %							
	C	Mn	Si	Ti	Ni	Cr	S	P
					не более			
Св-08Г2С-О	0,05÷ 0,11	1,8÷ 2,1	0,7÷ 0,95	–	≤0,025	≤0,02	≤0,025	≤0,03
Св-08ГСМТ	0,06÷ 0,11	1,00÷ 1,30	0,40÷ 0,70	0,05÷ 0,12	≤0,03	≤0,03	≤0,025	≤0,03

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 18 % двуокиси углерода к 82 % аргона.

Смесь изготавливают непосредственно на ООО «Юргинский машзавод» согласно требованиям ТУ 2114-004-00204760-99. Затем смесь централизованно подается через магистраль в цех к рабочим местам.

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [8].

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс плавления определяются способом сварки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу сварки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых

образуется неразъёмное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Такие особенности сварки, как высокая температура нагрева, малый объём сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. – в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия:

- 1) резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- 2) изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;
- 3) возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;
- 4) образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;
- 5) образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

При различных способах сварки наблюдается заметное окисление компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в определение технологической свариваемости должно входить:

- 1) определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;
- 2) оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;
- 3) оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической

свариваемости;

4) оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса.

Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали делят на четыре группы:

- 1) первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- 2) вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- 3) третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- 4) четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, – это склонность к образованию трещин и механические свойства шва.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [9]:

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}, \quad (1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

Если углеродный эквивалент $C_{\text{ЭКВ}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,14 + \frac{0,17}{6} + \frac{1,2}{24} + \frac{0,05}{5} + \frac{0,2}{14} = 0,243 \text{ \%}.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 09Г2С:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,09 + \frac{1,3}{6} + \frac{0,12}{24} = 0,31 \text{ \%}.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10ХСНД:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,1 + \frac{1,0}{5} + \frac{1,0}{24} + \frac{1,0}{10} = 0,34 \text{ \%}.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 35:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,35 + \frac{0,8}{6} = 0,48 \text{ \%}.$$

Стали 10ХСНД и 09Г2С – это низколегированные конструкционные стали по ГОСТ 19281-73 [6]. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [5]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку. Сталь 35 является углеродистой ГОСТ 1050-74 [6]. Эта сталь относится ко второй группе свариваемости и обладают удовлетворительной свариваемостью. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 °С). При сварке низкоуглеродистых сталей легко обеспечить равнопрочность сварного шва основному металлу. Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку. Как показывает практика, при

сварке стали 14ХГ2САФД подогрев не требуется (при условии четкого соблюдения режимов сварки, температуры окружающего воздуха не ниже +5 °С и толщине металла не более 30 мм). Все перечисленные условия в предлагаемом проекте соблюдены, поэтому сварку стали 14ХГ2САФД ведем без подогрева.

3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки

Состав металла шва при сварке в защитных газах плавящимся электродом определяется составом газа, составом электродного и основного металла, их долями в металле шва и ходом металлургических реакций в сварочной ванне.

Необходимо отметить, что аргон, входящий в смесь газов в составе 82 %, является инертным газом. Поэтому он не участвует в химических реакциях, его роль сводится только к физической защите сварочной ванны.

Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При сварке в смеси $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ тепловые характеристики дуги возрастают, что объясняется отчасти повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги. При высокой температуре дуги происходит реакция диссоциации CO_2 [10]:



С повышением температуры увеличивается количество тепла, вводимого в изделие, что способствует снижению скорости охлаждения. С увеличением содержания кислорода в смеси, время существования ванны в жидком состоянии увеличивается, что способствует более плавному удалению

неметаллических включений и дегазации металла сварочной ванны [9].

Аргон, растекаясь по поверхности свариваемого изделия, защищает достаточно длительно довольно широкую и протяженную зону как расплавленного, так и нагретого при сварке металла.

При сварке в смеси $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ плавящимся электродом в зоне высоких температур происходит разложение CO_2 по реакции:



Окисление металла происходит по реакции:



Но в тоже время большая концентрация окиси углерода будет тормозить этот процесс и задерживать окисление углерода стали:



При сварке в $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ происходит потеря легирующих элементов. Это приводит к повышенному содержанию кислорода в металле сварочной ванны. В результате возрастает вероятность образования пор из-за выделения оксида углерода в процессе кристаллизации, и снижаются механические свойства металла шва.

Образование пор из-за выделения окиси углерода при сварке углеродистых сталей предотвращается, если металл шва содержит до 0,12÷0,14 % С, не ниже 0,5÷0,8 % Мп. При этом металл шва характеризуется малой склонностью к образованию пор, трещин и достаточно высокими механическими свойствами. В большинстве случаев при сварке сталей беспористые швы указанного выше состава получают при применении кремне-марганцовистых электродных проволок Св-08Г2С-О и Св-08ГСМТ, обеспечивающих малую загрязненность металла шва оксидными включениями.

Компоненты проволоки Si и Mn, обладая большим сродством к кислороду, чем железо, связывают кислород, растворенный в металле:



Окислы кремния и марганца образуют легкоплавкие соединения, которые в виде шлака всплывают на поверхность сварочной ванны. При сварке в углекислом газе количество шлака на поверхности шва составляет примерно от 1 до 1,5 % массы наплавленного металла. Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва, выполняемого в $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ проволокой Св-08Г2С-О и Св-08ГСМТ остается на необходимом уровне [9].

Значительному снижению разбрызгивания электродного металла способствует добавление в смесь аргона – до 82 %. Это приводит к переходу от крупнокапельного переноса металла в дуге к струйному, что способствует улучшению сплавления, уменьшает подрезы, увеличивает производительность сварки и позволяет получать более плотные беспористые швы.

С увеличением выгорания кремния происходит образование горячих трещин, с уменьшением содержания кремния увеличивается количество расплавленного металла и уменьшается количество защитного газа на единицу массы переплавленного металла.

Технология сварки выбирается в зависимости от марки стали и требований, предъявляемых к сварным соединениям. Разработанная технология сварки должна обеспечивать получение достаточной работоспособностью при минимальной трудоемкости.

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов и их размеры при сварке в $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ должны соответствовать ГОСТ 14771-76. Основной металл до сборки в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений.

3.1.3 Расчёт режимов сварки

Расчёт режима дуговой сварки.

Параметры режима дуговой сварки в смеси газов плавящимся

электродом следующие [8]:

- 1) диаметр электродной проволоки – $d_{ЭП}$;
- 2) скорость сварки – V_C ;
- 3) сварочный ток – I_C ;
- 4) напряжение сварки – U_C ;
- 5) вылет электродной проволоки – l_B ;
- 6) скорость подачи электродной проволоки – $V_{ЭП}$;
- 7) общее количество проходов – $n_{ПР}$;
- 8) расход защитной смеси $g_{ЗГ}$.

Расчёт режимов сварки выполняем по размерам шва (ширине l и глубине проплавления h_p) [8].

Для примера производим расчёт сварного соединения выполняемого в процессе сборки-сварки ограждения операции 015. Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08Г2С-О, в нижнем положении. Соединение тавровое типа Н1 с катетом 4 мм.

Соединение нахлесточное Н1 с катетом 4 мм показано на рисунке 1.

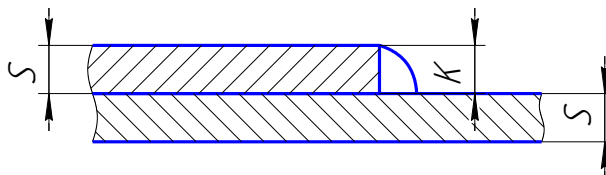


Рисунок 1 Соединение Н1-Δ4 по ГОСТ 14771-76:

S – толщина листа, K – катет

Определим расчётную глубину проплавления по формуле [8]:

$$h_p = (0,7...1,1) \cdot K, \quad (8)$$

где K – катет шва.

Принимаем $h_p = 0,7 \cdot K$, тогда:

$$h_p = 0,7 \cdot 4 = 2,8 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки $d_{ЭП}$ определяем по формуле [8]:

$$d_{\text{ЭП}} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05 \cdot h_p, \quad (9)$$

$$d_{\text{ЭП}} = \sqrt[4]{2,8 \pm 0,05 \cdot 20,8} = 1,154 \dots 1,434 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки принимаем $d_{\text{ЭП}} = 1,2 \text{ мм.}$

Скорость сварки определяем по формуле [8]:

$$V_c = K_v \cdot \frac{h_p^{1,61}}{e^{3,36}}, \quad (10)$$

где K_v – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки; $K_v = 1060$;

e – ширина сварного шва, мм.

$$e = \sqrt{2} \cdot K, \quad (11)$$

$$e = \sqrt{2} \cdot 4 = 5,66 \text{ мм.}$$

Подставляем значения в формулу (10) и получим:

$$V_c = 1060 \cdot \frac{2,8^{1,61}}{5,66^{3,36}} = 16,5 \text{ м/с, } V_c = 59 \text{ м/ч.}$$

Силу сварочного тока определяем по формуле [8]:

$$I_c = K_I \cdot \frac{K^{1,32}}{e^{1,07}}, \quad (12)$$

где K_I – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки, $K_I = 430$.

$$I_c = 430 \cdot \frac{2,8^{1,32}}{5,66^{1,07}} = 262 \text{ А.}$$

Зная значение сварочного тока определяем напряжение сварки по формуле:

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot I_c, \quad (13)$$

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot 262 = 27,1 \text{ В, принимаем } U_c = 27 \div 28 \text{ В.}$$

Вылет электродной проволоки определяем по формуле:

$$L_B = 10 \cdot d_{\text{ЭП}} \pm 2 \cdot d_{\text{ЭП}}, \quad (14)$$

$$L_B = 10 \cdot 1,2 \pm 2 \cdot 1,2 = 12 \dots 2,4 \text{ мм.}$$

Скорость подачи электродной проволоки определяется по формуле:

$$V_{\text{эл}}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{I_C}{d_{\text{эл}}^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{I_C^2}{d_{\text{эл}}^3}, \quad (15)$$

$$V_{\text{эл}}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{262}{1,2^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{262^2}{1,2^3} = 154 \text{ мм/с}, \quad V_{\text{эл}}^{(+)} = 446 \text{ м/ч}.$$

Расход защитной смеси рассчитываем по формуле:

$$g_{\text{зг}} = 0,2 \cdot I_C^{0,75}, \quad (16)$$

$$g_{\text{зг}} = 0,2 \cdot 262^{0,75} = 0,215 \text{ л/с}, \quad g_{\text{зг}} = 12,9 \text{ л/мин}.$$

На основании технологической инструкции по изготовлению сварных конструкций изделий горношахтного оборудования ТИ 406.25090.00054 инв. № 2815 принимаем следующие режимы сварки:

1) для корневых швов: $I_{\text{CB}}=160 \div 280 \text{ А}$, $U=18 \div 28 \text{ В}$, $g_{\text{зг}}=12 \div 15 \text{ л/мин}$, $l_{\text{в}}=12 \div 15 \text{ мм}$.

2) для сварки больших толщин: $I_{\text{CB}}=280 \div 320 \text{ А}$, $U=28 \div 32 \text{ В}$, $g_{\text{зг}}=15 \div 17 \text{ л/мин}$, $l_{\text{в}}=18 \div 22 \text{ мм}$.

Согласно инструкции [11] занесем режимы сварки в таблицу 11.

Таблица 11 – Режимы сварки ограждения [11]

№ шва	Тип шва	$d_{\text{эл}}$, мм	$V_{\text{с}}$, м/ч	$I_{\text{с}}$, А	$U_{\text{с}}$, В	$l_{\text{в}}$, мм	$g_{\text{зг}}$, л/мин	N
1	H1-Δ4	1,2	14÷16	230÷240	25÷26	14	11÷12	1
2	H1-Δ8	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	1
3	H1-Δ14	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	4
4	H1-Δ18	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	6
5	T1-Δ8	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	1
6	T1-Δ10	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	2
7	T1-Δ12	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	3
8	T1-Δ14	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	4
9	T1-Δ16	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	5
10	T1-Δ18	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	6

Продолжение таблицы 11

11	T3-Δ8	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	1
12	T3-Δ10	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	2
13	T3-Δ12	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	3
14	T3-Δ16	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	5
15	T1-Δ3	1,2	16÷18	120-150	20÷21	14	16÷18	1
16	У6	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	6
17	T6	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	6
18	У4-Δ12	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	3
19	Нест.	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	5
20	Нест.	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	3
21	Нест.	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	4
22	Нест.	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	4
23	Нест.	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	4
24	Нест.	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	2
25	Нест.	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	3
26	Нест.	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	7
27	Нест.	1,2	16÷18	120÷150	20÷21	14	16÷18	1
28	Нест.	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	3
29	Нест.	1,2	16÷18	120÷150	20÷21	14	16÷18	1
30	Нест.	1,2	10÷20	260÷280	26÷28	14	15÷17	4

3.2 Технологический раздел

3.2.1 Технологический анализ выбранного производства

При разработке проекта в производстве изделия большое значение имеет

определение целесообразных форм организации производственных процессов выпуска заданной продукции.

В зависимости от числа различных заданных видов изделий и повторяемости их изготовления может быть установлена принадлежность проектируемого цеха к определённому типу производства (единичное, мелкосерийное, крупносерийное, массовое). Однако не редко в одном цехе предусматривают организацию производства разных типов. Строгих границ между различными типами производств не существует. Краткие характеристики перечисленных видов производств сводятся к следующему.

1. Единичное и мелкосерийное производство отличается большой и неустойчивой номенклатурой выпускаемых изделий. В производственном процессе применяют универсальное оборудование «переналаживаемую оснастку». Отсутствует закрепление заготовок и деталей за оборудованием. В основном использует общецеховой транспорт.

2. В серийном производстве номенклатура выпускаемых изделий ограничена и достаточно устойчива. Изготовление изделий производят периодически повторяющимися сериями на специализированных участках. Применяют универсальное оборудование. Характерно применение простой и комбинированной оснастки. Используют общецеховой и напольный транспорт.

3. В крупносерийном производстве номенклатура выпускаемых изделий весьма ограничена и устойчива. Изделия производят периодически повторяющимися крупными сериями на специализированных участках, механизированных переменного-поточных линиях. Применяют специализированное оборудование, специальные приспособления. Широко используют подвесной и напольный транспорт.

4. Массовое производство отличается весьма устойчивой номенклатурой выпускаемой продукции, включающей один (редко два или три) тип изделия в большом количестве. Изделия производят с постоянным ритмом потока на комплексно-механизированных и автоматических поточных линиях с применением специализированного межоперационного транспорта.

На основании вышеизложенных характеристик и данных справочной литературы [12], учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет $N=240$ штук, а масса ограждения равна 1060 кг, заключаем, что проектируемое сварочное производство относится к типу серийного.

3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции

Технологический процесс сборки и сварки ограждения начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте.

Ограждение полностью собирается и сваривается на приспособлении сборочно-сварочном, установленном на сварочный кантователь (операции 010 – 070). Там же производится слесарная обработка и контроль (операции 075 – 080).

Подробно последовательность изготовления ограждения приведена в технологическом процессе (Приложение Г).

Сварная конструкция считается технологичной, если она скомпонована из такого количества элементов, с приданием им таких размеров и форм, применением таких видов и марок материалов и оборудования, оснастки и методов организации производства, которые при заданном объёме выпуска и полном выполнении эксплуатационных функций обеспечивают простое и экономичное изготовление конструкций, узлов и деталей, судят, прежде всего, по их себестоимости.

К технологичным изделиям обычно относятся конструкции с самой низкой себестоимостью, а сварные конструкции из большого числа металлоёмких элементов, изготовление которых известными способами и средствами невозможно, либо вызывает затруднение и усложнение технологических операций, повышения трудоёмкости, увеличение

производительности цикла и повышение себестоимости относят нетехнологичным.

На стадии проектирования сварных конструкций уровень технологичности должен оцениваться по всей совокупности показателей, охватывающий заготовительную, обрабатывающую и сборочно-сварочную стадии производства.

Перечень показателей технологичности сварных конструкций устанавливается в зависимости от состава и характера факторов, к которым относятся:

1) число и конструктивно-технологическая сложность элементов (заготовок, деталей, узлов), используемых при изготовлении сварной конструкции;

2) уровень унификации, стандартизации и взаимозаменяемости элементов конструкции;

3) степень соответствия размеров и форм готовых деталей;

4) количество обрабатываемых поверхностей;

5) требование к качеству обработки, к точности сборки под сварку;

6) объём трудоёмких подгоночных операций; использование новых материалов.

Оценка технологичности. Технологичность – совокупность свойств конструкции, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объёма выпуска и условий выполнения работ [12].

Технологичность конструкции изделия может быть различной для разных типов производства и должна рассматриваться в комплексе с заготовительными операциями.

Для толщин от 3 до 6 мм используются механические способы резки, так как этот метод является наиболее целесообразным.

Использование прессы или гильотинных ножниц позволяет обеспечить

достаточно хорошее качество кромок, что позволяет не применять дополнительной механической обработки для обеспечения необходимого качества кромок.

Использование стационарных листов, рациональное расположение деталей и заготовок на поверхности листа обеспечивает достаточно высокий коэффициент использования металла.

Применение сварочной оснастки позволяет до минимума сократить потери рабочего времени на установку и кантовку при сварке. Это позволяет снизить трудоёмкость и длительность производственного процесса.

3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

В предлагаемом варианте технологического процесса работы по перемещению тяжелых деталей выполняются с использованием крана мостового.

Согласно базовому технологическому процессу при изготовлении ограждения сварка ведется механизированным способом в среде смеси газов на импортном оборудовании «ESABMig» (500tw) и LORCH M-Pro 250.

Заменим сварочное оборудование на современное менее дорогостоящее (инверторный сварочный полуавтомат BAPC Profi MIG-507DT2).

Предлагаемый технологический процесс сборки и сварки ограждения выполняется механизированной сваркой в среде углекислого газа и аргона.

3.2.4 Нормирование операций

Техническое нормирование является основой правильной организации труда и заработной платы, а технические нормы времени – главным критерием при расчете потребного количества и загрузки оборудования и определения числа рабочих.

Норма штучного времени $T_{шт}$, для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [13]:

$$T_{шт} = (T_{н.шт-к} \cdot L + t_{ви}) \cdot K_{п}, \quad (17)$$

где $T_{н.шт-к}$ – неполное штучно-калькуляционное время, мин.;

L – длина свариваемого шва по чертежу, мм;

$t_{ви}$ – вспомогательное время, зависящее типа оборудования, мин.

Неполное штучно-калькуляционное время определяется по формуле:

$$T_{н.шт-к} = (T_0 + t_{вш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{пз}}{100}\right), \quad (18)$$

где T_0 – основное время сварки, мин.;

$t_{вш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва, согласно литературе [13] составляет 0,75 мин;

$a_{обс.}$, $a_{отл.}$, $a_{пз}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно-заключительную работу, % к оперативному времени.

Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27 %, [13].

Основное время для механизированной сварки в смеси газов определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha_H} + \frac{F_H \cdot \gamma \cdot 60}{I_H \cdot \alpha_H} \cdot (n-1), \quad (19)$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм²;

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

α_H – коэффициент наплавки, г/(А·ч).

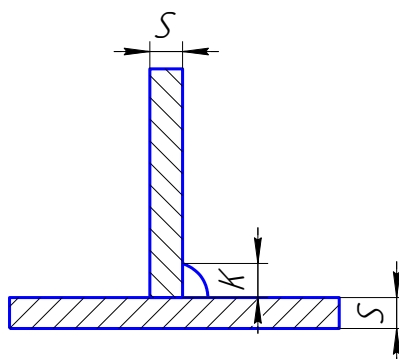


Рисунок 2 Соединение Т1-Δ16 по ГОСТ 14771-76:

S – толщина листа, K – катет

Для примера рассчитаем норму времени сборки в операции 025, и механизированной сварки в смеси газов на выполнение швов № 9 Т1-Δ16 (рисунок 2), нестандартных швов № 20, № 24, № 26 в операции 030.

Исходные данные:

- 1) марки сталей: 14ХГ2САФД и 10ХСНД;
- 2) марка электродной проволоки Св-08ГСМТ ГОСТ 2246-70;
- 3) сварной шов тавровый № 9 и нестандартный № 24 без разделки, швы № 20 и № 26 с разделкой;
- 4) шов по ГОСТ 14771-76 Т1-Δ8, остальные нестандартные;
- 5) длина швов 480; 4820; 380 и 340 мм;
- 6) положение швов нижнее;
- 7) площадь поперечного сечения наплавленного металла швов $F_1=172,5 \text{ мм}^2$; $F_2=101 \text{ мм}^2$; $F_3=70 \text{ мм}^2$; $F_4=249 \text{ мм}^2$;
- 8) коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08ГСМТ при механизированной сварке составляет $\alpha_H=15 \text{ г/(А·ч)}$;
- 9) количество проходов $n_1=5 \text{ шт}$; $n_2=3 \text{ шт}$; $n_3=2 \text{ шт}$; $n_4=7 \text{ шт}$.

Определим время на операцию 025.

1. (сб. уз. 1) масса детали поз. 32 $m_1=6,5 \text{ кг}$, установка изделия вручную

на приспособление $t_1=0,56$ мин.; масса детали поз. 33 $m_2=7$ кг, установка детали вручную на приспособление $t_2=0,56$ мин.; масса детали поз. 21 (2 шт.) $m_3=4,5$ кг, установка детали вручную на приспособление $t_3=0,47 \cdot 2=0,94$ мин.; масса детали поз. 26 $m_4=19$ кг, установка детали вручную на приспособление $t_4=0,8$ мин.; масса детали поз. 27 $m_5=16$ кг, установка детали вручную на приспособление $t_5=0,8$ мин.; масса детали поз. 20 $m_6=24$ кг, установка детали кран-балкой на приспособление $t_6=1,6$ мин.; масса детали поз. 34 (2 шт.) $m_7=0,8$ кг, установка детали вручную на приспособление $t_7=0,26 \cdot 2=0,56$ мин.

2. Клеймить клеймом сборщика $t_1=0,13$ мин.

$$t_{\text{вн}} = 0,56 + 0,56 + 0,94 + 0,8 + 0,8 + 1,6 + 0,56 + 0,13 = 8,47 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 030.

Найдем время на прихватку $0,1 \cdot 48=4,8$ мин.

Найдём время на проверку БТК 3,15 мин.

$$t_{\text{вн}} = 4,8 + 3,15 = 7,95 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва № 9, количество проходов $n=2$ шт:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{45,8 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} \cdot 1 = 19,5 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{\text{н.шт-к}} = (19,5 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 25,7 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва № 20, количество проходов $n=3$ шт:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{40,5 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} \cdot 2 = 11,5 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{\text{н.шт-к}} = (11,5 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 15,6 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва № 24, количество проходов $n=2$ шт:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{50 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} \cdot 2 = 8,2 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{н.шт-к} = (8,2 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 11,1 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва № 26, количество проходов $n=7$ шт:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{38,2 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} \cdot 6 = 28,12 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{н.шт-к} = (28,12 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 36,7 \text{ мин.}$$

Определим норму штучного времени:

$$T_{шт} = 25,7 \cdot 0,48 + 15,6 \cdot (3,02 + 1,8) + 11,1 \cdot 0,38 + 36,7 \cdot 0,34 + 7,95 = 222,98 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 12.

Таблица 12 – Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов изготовления ограждения

Вариант технологического процесса					
Базовый			Предлагаемый		
№ опер	Наименование операции	$T_{шт}$, мин.	№ опер	Наименование операции	$T_{шт}$, мин.
005	Комплектовочная	-	005	Комплектовочная	-
010	Слесарно-сборочная	66,18	010	Слесарно-сборочная	43,15
015	Сварочная	603,74	015	Сварочная	601,54
020	Контроль	0,23	020	Контроль	0,23
025	Слесарно-сборочная	8,47	025	Слесарно-сборочная	8,47
030	Сварочная	114,18	030	Сварочная	111,98
035	Слесарно-сборочная	24	035	Слесарно-сборочная	28,21

Продолжение таблицы 12

040	Сварочная	401,33	040	Сварочная	401,33
045	Слесарная	152	045	Слесарная	132
050	Контроль ЦЗЛ	26	050	Контроль ЦЗЛ	26
055	Контроль	16,83	055	Контроль	16,83
057	Правка	-	057	Правка	-
060	Обработка резанием	-	060	Обработка резанием	-
065	Слесарно-сборочная	1,67	065	Слесарно-сборочная	1,67
070	Сварочная	9,07	070	Сварочная	9,07
075	Слесарная	9,9	075	Слесарная	9,9
080	Контроль	34,43	080	Контроль	34,43
ИТОГО:		1468,03	ИТОГО:		1424,81

3.2.5 Выбор технологического оборудования

Рассчитанные параметры режима позволяют сформулировать требования к оборудованию для сварки данного сварного изделия. Основными критериями для окончательного выбора рациональных типов оборудования должны служить их следующие принципы:

1. Техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии.
2. Наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания.
3. Наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации.
4. Наименьшие габаритные размеры оборудования.
5. Наименьшая масса.
6. Наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и

монтаж оборудования.

7. Минимальный срок окупаемости [10].

Исходя из соображений технологического, экономического и эксплуатационного характера было выбрано следующее сварочное оборудование:

Выбираем полуавтомат для дуговой сварки в смеси газов. Сварка ведется в закрытом помещении. Полуавтомат должен обеспечивать сварочный ток 260...280 А; диаметр проволоки 1,2 мм; скорость подачи электродной проволоки 234...270 м/ч. Исходя из этих данных выбираем инверторный сварочный полуавтомат БАРС Profi MIG-507DT2 с переносным механизмом подачи проволоки (МПП) [14].

Достоинства сварочного полуавтомата БАРС Profi MIG-507DT2:

1) два полноценных режима работы: полуавтоматическая сварка в защитном газе (MIG/MAG) и ручная дуговая сварка штучным электродом (MMA);

2) надежный 4-х роликовый механизм подачи обеспечивает равномерную подачу проволоки и позволяет использовать горелки длиной до 5 м;

3) современная инверторная технология на базе IGBT транзисторов обеспечивает стабильность горения дуги, безотказное возбуждение, минимальное разбрызгивание и отличный перенос капли;

4) цифровая индикация сварочного тока и напряжения;

5) плавная регулировка сварочного тока в режиме MMA;

6) плавная регулировка напряжения на дуге в режиме MIG/MAG;

7) плавная регулировка индуктивности позволяет изменять «жесткость» дуги, глубину проплавления и степень разбрызгивания;

8) функция заварки кратера (растяжка дуги) с отдельной регулировкой тока и напряжения угасания дуги;

9) двухтактный (2Т) и четырехтактный (4Т) режим сварки (короткие/длинные швы);

- 10) режим тестовой подачи проволоки без включения нагрузки и газа;
- 11) тестовая подача газа;
- 12) минимальное энергопотребление на холостом ходу;
- 13) питание 36 В подогревателя CO₂;
- 14) более компактный, легкий и экономичный по сравнению с «обычным» трансформаторным полуавтоматом;
- 15) защита от перегрева и перегрузки.

Область применения сварочного полуавтомата БАРС Profi MIG-507DT2: полуавтоматическая дуговая сварка в условиях промышленного производства на предприятиях строительной сферы, машиностроения, судостроения, энергетики и т.д.

Сварочный полуавтомат БАРС Profi MIG-507DT2 предназначен для предназначен для сварки на постоянном токе в среде защитного газа (MIG/MAG) с применением сплошной или порошковой сварочной проволоки. Полуавтомат БАРС Profi MIG-507DT2 позволяет производить сварку малоуглеродистых и низколегированных сталей, алюминиевых сплавов, может использоваться для ручной дуговой сварки покрытыми штучными электродами (ММА). Технические характеристики полуавтомата БАРС Profi MIG-507DT2 приведены в таблице 13. Для подогрева применим универсальную ацетилено-кислородную горелку ГЗ-03.

Таблица 13 – Технические характеристики БАРС Profi MIG-507DT2 [14]

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, 50Гц, В	3×380 (±15%)
Номинальный ток, потребляемый от сети, А	34
Номинальный сварочный ток, А (при ПВ %)	500 – 60% 380 – 100%
Диапазон регулирования сварочного тока, А в режиме ММА	10÷500

Продолжение таблицы 13

Диапазон регулирования сварочного тока, А в режиме MIG/MAG	30÷500
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В в режиме MIG/MAG	15,0÷48,0
Напряжение холостого хода, В	75
Потребляемая мощность, кВА	24,7
Род сварочного тока	постоянный
Тип механизма подачи проволоки	переносной
Число ведущих роликов	4
Мощность двигателя механизма подачи, Вт	80
Охлаждение	принудительное
Диаметр сварочной проволоки, мм	1,0÷1,6
Масса проволоки на кассете, кг	не более 18
Время продувки газа после сварки, с	1
Скорость подачи проволоки, м/мин	1,5÷18
Коэффициент мощности	0,93
Габаритные размеры, мм	595×285×478
Масса (с МПП и тележкой), кг	73,0

3.2.6 Контроль технологических операций

Обеспечение высокого качества сварочных работ – наиболее важная проблема в области сварки.

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [15].

Дефекты сварных соединений – отклонения от заданных свойств, сплошности и формы шва, свойств и сплошности околошовной зоны, что

приводит к нарушению прочности и других эксплуатационных характеристик изделия.

Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные.

Дефекты формы и размеров шва:

- 1) неполномерность швов;
- 2) неравномерность шва;
- 3) несимметричность шва;
- 4) бугристость шва;
- 5) грибовидность;
- 6) боковые выплески металла;
- 7) подрезы шва;
- 8) наплывы;
- 9) прожоги.

Дефекты, нарушающие сплошность сварных соединений: непровары; трещины; поры; шлаковые включения.

Дефекты могут быть допустимыми и недопустимыми. Вид и размер допустимых дефектов обычно указывается в технических условиях или стандартах на данный вид изделия.

Проверка качества сварки в готовом изделии производится внешним осмотром и измерением сварного шва. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, трещины, непровары, свищи и поры и т.д. [15].

Сварные соединения рассматриваются невооружённым глазом или с помощью лупы при хорошем освещении; обмер швов производят с помощью инструментов и шаблонов – катетомеров.

Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними. Сварка, как и другие процессы обработки металлов, вызывает возникновение в изделиях собственных напряжений.

В зависимости от причины, вызвавшей напряжения, различают:

- 1) тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением

температур при сварке;

2) структурные напряжения, возникающие вследствие структурных превращений.

В зависимости от времени существования:

1) временные – существующие лишь в определённый момент времени;

2) остаточные – остаются в изделии после исчезновения причины, их вызвавшей.

В зависимости от размеров области:

1) напряжения первого рода, которые действуют и уравниваются в крупных объёмах, соизмеримых с размерами изделия или его основных частей;

2) напряжения второго рода – уравниваются в микрообъёмах тела в пределах одного или нескольких зёрен металла;

3) напряжения третьего рода – уравниваются в объёмах, соизмеримых с атомной решёткой.

Сварочные напряжения являются напряжениями первого рода.

По направлению действия напряжения и деформации различают: продольные (вдоль оси шва) и поперечные (поперёк оси шва).

По виду напряжённого состояния:

1) линейные (действующие в одном направлении);

2) плоскостные (действующие в двух направлениях);

3) объёмные (действующие в трёх направлениях).

В зависимости от изменения при сварке форм и размеров детали различают:

1) деформации в плоскости – проявляются в изменении формы и размеров детали. Они могут быть продольными, поперечными и изгиба;

2) деформации из плоскости – проявляются в образовании поперечных или продольных волн, изломов и т.д.

Весь комплекс мероприятий по борьбе с деформациями и напряжениями от сварки можно расчленить на две основные группы:

а) мероприятия, предотвращающие вероятность возникновения

деформаций и напряжений;

б) мероприятия, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие возникших напряжений [15].

С целью предотвращения развития деформаций, обеспечения требуемых форм и точности сварных конструкций, проводятся различные мероприятия, начиная со стадии проектирования и, кончая самим процессом изготовления сварного изделия:

1) минимальная протяжённость сварных швов, минимальное сечение швов, удовлетворяющее расчётным условиям, что приводит к уменьшению остаточных деформаций и напряжений;

2) симметричное расположение швов;

3) оптимизация последовательности выполнения сборочно-сварочных работ;

4) закрепление изделия в приспособлениях;

5) прихватка деталей для исключения смещения их при сварке.

Эти меры в полной мере обеспечивают достаточно хорошее качество изделия. Применение каких-либо других способов борьбы с деформациями и напряжениями нецелесообразно, так как это ведёт к неоправданному удорожанию изделия.

При изготовлении ограждения применяется визуальный и капиллярный способ контроля сварных швов. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов.

Преимущества визуального контроля: простота контроля, несложное оборудование и малая трудоемкость.

3.2.7 Разработка технической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки-сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [16].

Разработка технологических процессов включает:

- 1) расчленение изделия на сборочные единицы;
- 2) установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
- 3) выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- 1) возможная наименьшая трудоёмкость;
- 2) минимальная продолжительность производственного цикла;
- 3) минимальное общее требуемое число рабочих;
- 4) наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- 5) возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки

технологического процесса, которые должны содержать:

- 1) наименование и условное обозначение изделия;
- 2) название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- 3) число данных сборочных единиц в изделии;
- 4) перечень данных сборочных единиц в изделии;
- 5) название цеха;
- 6) указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- 7) последовательный перечень всех операций;
- 8) сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- 9) данные о принятых способах и режимах сварки;
- 10) сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- 11) нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов [13].

3.3 Конструкторский раздел

3.3.1 Общая характеристика механического оборудования

Механизация и автоматизация производственного процесса изготовления сварных изделий представляет собой одну из основных задач современного сварочного производства, решение которой значительно повышает производительность труда.

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют цель – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Наиболее рационально для сборки использовать прижимы.

Специальное сборочное приспособление позволяет улучшить качество

сборки. Применение при этом винтовых прижимов, шаблонов и магнитных распорок значительно сокращает вспомогательное время.

В связи с тем, что изделие обладает значительной массой для кантовки применяется сварочный кантователь, а для перемещения используется кран мостовой грузоподъемностью 5 тонн.

3.3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса являются комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства. Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25÷30 процентов общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70÷75 процентов приходятся на долю сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70÷75 процентов всего комплекса цехового оборудования [17].

В данной выпускной квалификационной работе в предлагаемом технологическом процессе используется приспособление сборочно-сварочное (ФЮРА.000001.233.00.000 СБ) совместно с сварочным кантователем (ФЮРА.000002.233.00.000 СБ). На приспособлении используются магнитные распорки с габаритами 118×80×148.

3.3.3 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

В приспособлении ФЮРА.000001.233.00.000 СБ используются винтовые фиксаторы для крепежа сборочной единицы. Рассчитаем диаметр болта, входящего в состав приспособления.

Диаметры болтов определим по формуле [16]:

$$d_p = 1,3 \cdot \sqrt{\frac{P}{\sigma}}, \quad (20)$$

где P – усилие на болт, кгс/см².

$$d_p = 1,3 \cdot \sqrt{\frac{3100}{950}} = 2,35 \text{ см}, \quad d_p = 23,5 \text{ мм}.$$

Из конструктивных соображений, согласно ГОСТ 15608-70, принимаем $d_p = 24 \text{ мм}$.

3.4 Пространственное расположение производственного процесса

3.4.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [12].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения:

- 1) производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной

обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла.

2) сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;

3) вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

4) административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [12].

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех

производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

3.4.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха – всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [12].

Для проектируемого участка сборки-сварки ограждения принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран-балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

3.4.3 Расчет основных элементов производства

3.4.3.1 Определение требуемого количества оборудования

Необходимое количество оборудования определяется по формуле [12]:

$$C_p = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot F_d \cdot K_{вн}}, \quad (21)$$

где N – годовая производственная программа, $N=260$ шт.

$T_{шт}$ – трудоемкость определенной операции, мин.;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, $F_d=3760$ ч.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм., $K_{вн}=1,0$.

Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования C_p до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [12]:

$$k_{зо} = \frac{C_p}{C_{п}} \cdot 100\%, \quad (22)$$

где C_p – расчетное количество оборудования, шт.;

$C_{п}$ – принятое количество оборудования, шт.

Определяем необходимое количество сварочного оборудования и данные расчета сводим в таблицу 14.

Таблица 14 – Количество сварочного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Вариант технологического процесса	$C_{п}$, шт	$K_{зо}$, %
Базовый	2	84,75
Предлагаемый	2	82,2

Определяем необходимое количество вспомогательных

приспособлений, оборудования и рабочих и данные расчета сводим в таблицу 15.

Таблица 15 – Количество вспомогательного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

№ опер.	Наименование оборудования	T _{шт,} мин	C _{р,} шт.	C _{п,} шт.	K _{зо,} %
Базовый технологический процесс					
010-015; 030-080	Плита сборочная	741,41	0,86	1	85,6
015-030	Кантователь	726,62	0,84	1	83,9
Предлагаемый технологический процесс					
010-080	Приспособление сборочно-сварочное Кантователь	1424,81	1,64	2	82,2

В соответствии с количеством рабочих мест принимаем для базового и принятого количество сварочного оборудования равным 2 шт.

3.4.3.2 Определение состава и численности работающих

Определим необходимое количество основных рабочих. Основными считаются те рабочие, которые заняты выполнением операций технологического процесса по изготовлению продукции.

Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле [16]:

$$P_{сп} = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot F_d \cdot K_{вн}}, \quad (23)$$

$$P_{яв} = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot F_n \cdot K_{вн}} \quad (24)$$

где N – годовая программа выпуска изделия, N=240 шт;

$T_{шт}$ – трудоемкость технологического процесса, мин;

F_d – действительный фонд рабочего времени, $F_d=1740$ ч;

F_H – номинальный фонд рабочего времени, $F_H=1981$ ч;

K_{BH} – коэффициент выполнения норм.

Численность основных рабочих рассчитывается для двухсменного режима работы. Затем полученное число рабочих распределяют по сменам и по операциям технологического процесса в зависимости от загрузки оборудования на этих операциях.

Расчетная величина численности основных рабочих получается дробной, поэтому ее округляют до целого числа в большую сторону и называют принятой $P_{п}$.

Численность вспомогательных рабочих рассчитывается в процентах от основных рабочих по формуле [16]:

$$P_{всп} = \frac{P_{сп} \cdot П}{100}, \quad (25)$$

где $P_{сп}$ – принятое списочное число основных рабочих, чел.;

$П$ – процент вспомогательных рабочих, $П=25\%$.

Численность инженерно-технических работников, служащих и младшего обслуживающего персонала определяем по формуле [15]:

$$P_{ИТР} = \frac{(P_{сп} + P_{всп}) \cdot П}{100}, \quad (26)$$

где $П$ для ИТР – 8%, МОП – 2%, контролеры – 1%.

Определяем коэффициент сменности по формуле [12]:

$$k_p = \frac{P_{яв}}{P_{яв1}}, \quad (27)$$

где k_p – коэффициент сменности,

$P_{яв1}$ – число рабочих в первую смену, чел.

$P_{яв}$ – число основных рабочих (явочное), чел.

Для базового технологического процесса:

$$k_p = \frac{4}{2} = 2.$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$k_p = \frac{4}{2} = 2.$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 16.

Таблица 16 – Количество рабочих на участке

Показатель	Базовый	Предлагаемый
Трудоемкость $T_{шт}$, мин.	1468,03	1882,33
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих $P_{СП}$ и $P_{П}$, чел.	3,67/4	3,56/4
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих $P_{ЯВ}$ и $P_{П}$, чел.	3,22/4	3,12/4
Расчетное/принятое число вспомогательных рабочих $P_{ЯВ}$ и $P_{П}$, чел.	1/1	1/1
Расчетная/принятая численность ИТР, чел.	0,46/1	0,46/1
Расчетная/принятая численность МОП, чел.	0,1/1	0,1/1
Расчетная/принятая численность контролеров, чел.	0,05/1	0,05/1
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих $P_{СП}$ и $P_{П}$, чел.	3,67/4	3,56/4

3.4.4 Планировка заготовительных отделений

Заготовительные отделения сборочно-сварочного цеха обычно располагают в продольных пролетах. При этом они либо служат продолжением продольных пролетов сборочно-сварочных отделений, либо располагаются параллельно этим пролетам.

Заготовительные отделения для данной компоновки, когда пролеты сборочно-сварочного и заготовительного отделений составляют продолжения

один другого, планируют в следующем порядке:

1) из общего количества различных сортов металла, подлежащего обработке в заготовительном отделении, выделяют группы сходных сортаментов, поддающихся обработке на одинаковых группах станков;

2) общее количество станков различных типоразмеров подразделяют на количество групп, равное установленному выше количеству групп подлежащих обработке сортаментов металла;

3) количество групп станочного оборудования, полученное на основе описанных выше данных, размещают в пролетах заготовительного отделения, число которых равно установленному ранее числу пролетов сборочно-сварочного отделения [12].

Если при планировке заготовительного отделения требуемое число пролетов последнего получается меньше установленного количества пролетов для сборочно-сварочного отделения, площадь, остающаяся в пролетах, не занятых заготовительным отделением, используют для размещения различных вспомогательных производств и помещений (мастерских – инструментальной, ремонтной) [12].

3.4.5 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков

При разработке плана отделений узловой и общей сборки и сварки основным является определение требуемого числа пролетов и необходимых размеров каждого из них – длины, ширины, высоты. Эти параметры, принятые приблизительно при составлении компоновочной схемы цеха, подлежат уточнению в процессе подробной разработки технологического плана с учетом рекомендуемых размеров пролетов по нормам технологического проектирования.

При детальном проектировании основным методом уточнения

указанных параметров плана отделений сборки-сварки служит последовательное (по ходу выполнения технологического процесса) размещения на плане принятого по расчету количества оборудования, сборочно-сварочных стендов и других рабочих мест. При этом стремятся не только обеспечить прямоточность производства, но также достигнуть наилучшего использования грузоподъемности транспортных средств.

В схеме компоновки цеха с продольным направлением производственного потока процессы как узловой, так и общей сборки, и сварки каждого изделия расположены в одних и тех же продольных пролетах, специализация которых осуществляется по производству отдельных типов заданных для изготовления изделий. В связи с этим для рассматриваемой схемы планировки цеха необходимое число пролетов зависит от количественного соотношения заданных к производству изделий разных типов. В таком случае требуемое число пролетов можно приближенно оценить на основе их специализации с уточнением его в процессе последующего размещения оборудования и рабочих мест на плане проектируемого цеха [12].

После проведения всех подсчетов и установления на основе указанных выше соображений рационального взаимного расположения продольных пролетов приступают к нанесению на бумагу в принятом масштабе сетки колонн проектируемого цеха и к размещению в его пролетах оборудования и рабочих мест.

Планировку элементов производства в каждом пролете сборочно-сварочных отделений выполняют сообразно с последовательностью работ, указанной в ранее разработанной карте технологического процесса.

Одновременно с вычерчиванием габаритов рабочих мест в проходах, вокруг последних указывают также размещение рабочих.

3.4.6 Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса

Результаты разработки и внедрения в проект сборочно-сварочного участка изготовления ограждения комплексной механизации и автоматизации оценивают особыми показателями, определяющими достигнутые степень и уровень механизации и автоматизации предусмотренных работ по изготовлению заданных к выпуску изделий.

Прежде всего, всякая замена ручного труда работой механизмов, машин и автоматов является механизацией и автоматизацией производственных процессов.

Однако машины и автоматы бывают разные. Одни из них могут представлять собой менее или более прогрессивную технологию изготовления изделий и следовательно, отличаться меньшей или большей производительностью, чем другие. Поэтому, наряду с определением количественного охвата всех работ механизацией и автоматизацией необходимо определять ее качественный уровень.

Количественный уровень (степень) механизации выражают в процентах и вычисляют по формуле [12]:

$$C_M = \frac{k \cdot T_M}{T_{HM} + k \cdot T_M} \cdot 100\%, \quad (28)$$

где T_M – трудоемкость работ, выполняемых механизированным способом, $T_M=1424,81$ мин.;

T_{HM} – трудоемкость работ, выполняемых немеханизированным способом, $T_{HM}=154$ мин.;

k – коэффициент повышения производительности труда на данном участке, $k=2$ [12].

$$C_M = \frac{2 \cdot 1424,81}{154 + 2 \cdot 1424,81} \cdot 100\% = 95 \ %.$$

Качественный уровень механизации производственного процесса можно определить по формуле [12]:

$$Y_M = \frac{C_M}{1 - \frac{1}{k}}, \quad (29)$$

$$Y_M = \frac{95}{1 - \frac{1}{2}} = 47,5 \text{ \%}.$$

3.4.7 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений

При каждом сборочно-сварочном цехе либо в отдельном здании вблизи цеха должны быть предусмотрены административно-конторские и бытовые помещения.

Правила проектирования административно-конторских и бытовых помещений изложены в «Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий». Перечень этих помещений, а также расчетные нормы требуемой площади для данного участка сборки и сварки ограждения представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Планировка административно-конторских и бытовых помещений

Помещения	Расчетная единица	Условия для определения требуемого количества расчетных единиц	Площадь, м ²	
			полезная	общая
Контора цеха	Рабочее место	Один стол на каждого сотрудника	—	4×3

Продолжение таблицы 17

Гардеробные	Индивидуальный шкаф 0,35×0,5 м	Один шкаф на каждого работающего по списочному составу	0,18	0,43×15
Уборные	Кабина 1,2×0,9 м	При тах явочном числе работающих в смену до 20 чел.	1,08	3,06×8
	Шлюз (тамбур)		—	6,8
	Место для переодевания 0,7×0,5 м	Три места на каждую кабину	0,35	1×6
	Тамбур	Между душевой и раздевальной 1 тамбур	—	4
Помещения для приема пищи	Комната	1 м ² /чел. по явочному составу	—	1×8

Все бытовые и административно-конторские помещения цеха часто размещают в особой пристройке к основной производственной части здания цеха. Местоположение и общую компоновку этой пристройки с остальной частью здания цеха выбирают таким образом, чтобы при увеличении масштабов производства бытовые помещения не могли служить препятствием для расширения производственной части здания.

В целях сокращения пути, который должен проходить рабочий, гардеробные следует располагать возможно ближе к входам в цех. В непосредственной близости от них должны быть расположены уборные, умывальные и душевые.

В целях осуществления санитарно-гигиенических требований эксплуатации бытовых помещений помещения для принятия пищи следует располагать на достаточно большом расстоянии от уборных [18].

Цель данного раздела ВКР – обосновать технологическое решение, предложенное студентом на основе расчета себестоимости продукции при заданном объеме производства и капитальных вложений в предлагаемый инженерный проект.

Задачи, стоящие перед студентами при выполнении части «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» заключаются в следующем [25]:

1. Выбор предмета экономической оценки.
2. Выбор критерия экономической оценки.
3. Расчет объема капитальных вложений.
4. Расчет себестоимости продукции при заданном объеме производства.
5. Выводы и рекомендации по полученным результатам.

Экономическая часть выпускной квалификационной работы должна содержать три раздела:

1. Расчет объема капитальных вложений.
2. Расчет себестоимости продукции.
3. Экономическое обоснование технологического проекта.

Затраты, издержки, себестоимость являются важнейшими экономическими категориями. Их уровень во многом определяет величину прибыли и рентабельность предприятия, эффективность его хозяйственной деятельности. Снижение и оптимизация затрат являются одним из основных направлений совершенствования экономической деятельности затрат являются одним из основных направлений совершенствования экономической деятельности каждого предприятия.

Затраты на производство и реализацию продукции (работ, услуг) представляют собой расходы предприятия, выраженные в денежной форме и

связанные с использованием в процессе производства сырья и материалов, комплектующих изделий, топлива, энергии, труда, основных фондов, нематериальных активов и других затрат некапитального характера. Они включают в себестоимость выпускаемой продукции, уровень которой определяет объем прибыли, рентабельность продукции и капитала, а также другие конечные показатели финансово-экономической деятельности предприятия.

Классификация затрат по статьям калькуляции позволяет определить себестоимость единицы продукции, распределить затраты по ассортиментным группам, производственным подразделениям, аппарату управления, выявить резервы снижения затрат. Калькуляционный принцип группировки затрат лежит в основе построения плана счетов бухгалтерского учета. Отчетность также составляется и анализируется преимущественно по статьям калькуляции.

При группировке по статьям калькуляции затрат объединяются по направлениям их использования, по месту их возникновения: непосредственно в процессе изготовления продукции, в обслуживании производства, в управлении предприятием и т.д.

Расчет себестоимости единицы конкретного вида продукции или работ осуществляется посредством калькулирования по установленным статьям затрат. Различают: плановую, нормативную, сметную и фактическую калькуляции [25].

Плановая калькуляция отражает планируемые затраты на изготовление продукции на предстоящий период. Нормативная калькуляция включает затраты, исчисленные на базе установленных (как правило, оптимальных, желаемых для достижения) норм материальных и трудовых затрат и смет по обслуживанию производства. Сметные калькуляции разрабатываются на новую продукцию, впервые выпускаемую предприятием, которая требует разработки соответствующей нормативной базы. Фактическая калькуляция – это отчетная калькуляция, отражающая общую сумму фактически используемых затрат на производство и реализацию продукции.

При разработке калькуляции на единицу продукции затраты подразделяются на прямые и косвенные.

Прямые материальные затраты включаются в себестоимость на основе установленных норм расхода и цен на данный вид ресурса, поэтому непосредственно отнесены на изготавливаемую продукцию и поэтому рассчитываются как на весь объем продукции, так и на единицу продукции.

После определения возможного набора прямых затрат все остальные расходы образуют косвенные затраты и распределяются между всеми видами продукции пропорционально выбранной базе. К косвенным затратам относят общепроизводственные, общецеховые, коммерческие и административные (накладные) расходы и т.д. Для определения объема косвенных затрат предварительно разрабатываются сметы вспомогательных и обслуживающих цехов, расходов на управление и др. На их основе планируются затраты по комплексным статьям калькуляции: расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, цеховые и общепроизводственные расходы, расходы на подготовку нового производства. Эти затраты планируются в сметном и калькуляционном разрезе и используются для определения себестоимости как единицы изделий, так и всей товарной и валовой продукции [25].

Расчет себестоимости на основе установленных норм прямых затрат и разработки плановых комплексных статей принято называть методом прямого счета. Несмотря на высокую трудоемкость расчетов, этот метод планирования себестоимости является основным на предприятиях.

На предприятия и определяют два варианта себестоимости: один – для целей бухгалтерского учета, другой – для целей налогообложения. В себестоимости продукции возможно включать все фактически произведенные затраты, что позволяет установить их достоверный уровень, определить реальную себестоимость продукции, прибыль и рентабельность. Фактический объем затрат необходим для ценообразования, для планирования финансовых результатов. Для целей налогообложения фактическая себестоимость корректируется с учетом утвержденных норм, нормативов и лимитов,

устанавливаемых государством по отдельным лимитируемым элементам затрат. Так, расходы на командировки, рекламу оплату процентов по кредитам банков, по бюджетным ссудам и т.д. включаются в себестоимость в суммах фактических затрат, они учитываются только в установленных пределах либо вообще не принимаются в расчет (например, проценты по просроченным ссудам, ускоренная амортизация, использованная не по назначению и т.д.). Вместе с тем, значительный круг затрат по-прежнему принимается в обоих вариантах в пределах установленных нормативов. Так, платежи за выбросы загрязняющих веществ в природную среду в пределах допустимых норм включаются в себестоимость продукции, а за выбросы выше этих норм – покрываются из прибыли. В перспективе предполагается, что предприятия всех видов собственности и организационно-правовых форм будут представлять в государственные органы в качестве открытой финансовой отчетности только сумму затрат на валовую продукцию в разрезе элементов сметы. Калькуляция себестоимости единицы изделий и товарного выпуска продукции, относимая к системе управленческого (производственного) учета, будет использоваться только внутри предприятия ограниченным кругом руководителей [25].

При планировании себестоимости, предприятие, кроме калькуляции и сметы затрат на производство, разрабатывает сводную шахматную таблицу затрат на производство и реализацию продукции, отражающую взаимосвязи экономических элементов и калькуляционных статей затрат, а также рассчитывается объем капитальных вложений, т.е. минимум материальных и финансовых вложений необходимый для реализации проекта.

4.1. Расчет объема капитальных вложений

В объем капитальных вложений входит [25]:

- 1) стоимость технологического оборудования;

- 2) стоимость вспомогательного оборудования;
- 3) стоимость инструментов и инвентаря;
- 4) стоимость эксплуатируемых помещений;
- 5) стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах;
- 6) стоимость оборотных средств в незавершенном производстве;
- 7) стоимость оборотных средств в запасах готовой продукции;
- 8) стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности;
- 9) сумма денежных оборотных средств.

4.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования (K_{TO}) представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса [25]:

$$K_{TO} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \quad (30)$$

где m – количество операций ТП изготовления изделий;

Q_i – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением i -ой операции;

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции.

Таблица 18 – Стоимость технологического оборудования

№ опер.	Модель оборудования	C_i , руб.	Q_i , шт.	K_{TOi} , руб.
010-015, 025-040, 065-070	Барс Profi MIG-507DT2	154.200	2	308.400

Продолжение таблицы 18

010-080	Приспособление сборочно-сварочное Кантователь	160.500	2	321.000
ИТОГО:				629.400

4.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования (K_{BO}) определим приближенно – 30% от стоимости технологического оборудования [25]:

$$K_{BO} = K_{TO} \cdot 0,30, \quad (31)$$

$$K_{BO} = 329.400 \cdot 0,30 = 188.820 \text{ руб.}$$

4.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{ИИ}$) по предприятию может быть установлена приближенно в размере 10÷15% от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

- 1) инструментов всех видов (режущие, мерительные) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (зажимы, тиски и т.д.);
- 2) производственного инвентаря для обеспечения производственных

процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);

3) хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.) [25]:

$$K_{II} = K_{TO} \cdot 0,10, \quad (32)$$

$$K_{II} = 629.400 \cdot 0,10 = 62.940 \text{ руб.}$$

4.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений может быть рассчитана при разных формах владения: собственные помещения или арендованные.

В первом случае общая стоимость помещений рассчитывается по формуле [25]:

$$C_{II} = Ц_{ПП} + Ц_{ВП}, \quad (33)$$

где $Ц_{ПП}$ – балансовая стоимость производственных помещений, руб.;

$Ц_{ВП}$ – забалансовая стоимость вспомогательных помещений, руб.

$$C_{II} = 47.000 \text{ руб.}$$

4.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле [25]:

$$K_{ПЗМ} = \frac{H_M \cdot N \cdot Ц_M}{360} \cdot T_{ОБМ}, \quad (34)$$

где H_M – норма расхода материала, кг/ед.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

C_M – цена материала, руб./кг;

$T_{OБМ}$ – продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях.

Для стали 14ХГ2САФД:

$$K_{ПЗМ.СТ1} = \frac{975,83 \cdot 240 \cdot 40,63}{360} \cdot 60 = 1.585.870,1 \text{ руб.}$$

Для стали 10ХСНД:

$$K_{ПЗМ.СТ2} = \frac{37,4 \cdot 240 \cdot 38,75}{360} \cdot 60 = 57.970 \text{ руб.}$$

Для стали 09Г2С:

$$K_{ПЗМ.СТ3} = \frac{11,25 \cdot 240 \cdot 44}{360} \cdot 60 = 19.800 \text{ руб.}$$

Для стали 35:

$$K_{ПЗМ.СТ3} = \frac{33,5 \cdot 240 \cdot 24,5}{360} \cdot 60 = 32.830 \text{ руб.}$$

Для сварочной проволоки Св-08Г2С-О:

$$K_{ПЗМ.СП} = \frac{25,98 \cdot 240 \cdot 47,30}{360} \cdot 60 = 69.635,1 \text{ руб.}$$

Для сварочной проволоки Св-08ГСМТ-О:

$$K_{ПЗМ.СП} = \frac{34,97 \cdot 240 \cdot 48,2}{360} \cdot 60 = 67.364,3 \text{ руб.}$$

Для защитного газа:

$$K_{ПЗМ.ЗГ} = \frac{62,42 \cdot 240 \cdot 15,23}{360} \cdot 60 = 38.026 \text{ руб.}$$

$$K_{ПЗМ} = 1.585.870,10 + 57.970 + 19.800 + 32.830 + 69.635,10 + 67.364,3 + 38.026 = 1.871.495,70 \text{ руб.}$$

4.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{нзп}$) может быть установлена из следующего выражения [25]:

$$K_{нзп} = \frac{H \cdot C \cdot T_{ц} \cdot k_{г}}{360}, \quad (35)$$

где $T_{ц}$ – длительность производственного цикла, дни;

C – себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$k_{г}$ – коэффициент готовности.

Коэффициент готовности [25]:

$$k_{г} = (k_{м} + 1) \cdot 0,5, \quad (36)$$

где $k_{м}$ – коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия ($k_{м}=0,8 \div 0,85$).

$$k_{г} = (0,8 + 1) \cdot 0,5 = 0,9$$

$$K_{нзп} = \frac{240 \cdot 360 \cdot 57847,2 \cdot 0,9}{360} = 12.494.995,2 \text{ руб.}$$

Себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов определяется по формуле [25]:

$$C = \frac{H_{м} \cdot Ц_{м}}{k_{м}}, \quad (37)$$

$$C = \frac{(975,83 \cdot 40,63) + (1449,25 \cdot 38,7) + (11,25 \cdot 44) + (33,5 \cdot 24,5) + (25,98 \cdot 47,30)}{0,8} \times \frac{(34,97 \cdot 48,2) + (62,42 \cdot 15,23)}{0,8} = 57.847,2 \text{ руб.}$$

4.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле [25]:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C \cdot N \cdot T_{\text{гп}}}{360}, \quad (38)$$

где $T_{\text{гп}}$ – продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях.

$$K_{\text{гп}} = \frac{57.847,2 \cdot 240 \cdot 10}{360} = 385.648 \text{ руб.}$$

4.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле [25]:

$$K_{\text{дз}} = \frac{B_{\text{рп}} \cdot T_{\text{дз}}}{360}, \quad (39)$$

где $B_{\text{рп}}$ – выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$T_{\text{дз}}$ – продолжительность дебиторской задолженности ($T_{\text{дз}}=7 \div 40$), дней.

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета устанавливается приближенным путем [25]:

$$B_{\text{рп}} = C \cdot N \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right), \quad (40)$$

где P – рентабельность продукции ($P=15 \div 20$ %).

$$B_{\text{рп}} = 57.847,2 \cdot 240 \cdot (1 + 0,2) = 16.659.993,6 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{дз}} = \frac{16.659.993,6 \cdot 10}{360} = 462.777,6 \text{ руб.}$$

4.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приблизительно можно принять 10 % от суммы материальных оборотных средств [25]:

$$C_{OBC} = K_{ПМЗ} \cdot 0,10, \quad (41)$$

$$C_{OBC} = 1.871.495,7 \cdot 0,10 = 187.149,57 \text{ руб.}$$

4.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

Классификация затрат по экономическим элементам имеет для предприятия важное значение. Сметный разрез затрат позволяет определить общий объем потребляемых предприятием различных видов ресурсов. На основе сметы осуществляется увязка разделов производственно-финансового плана предприятия: по материально-техническому снабжению, по труду, определяется потребность в оборотных средствах и т.д. Группировка затрат по экономическим элементам отражается в смете затрат на производство и реализацию продукции (работ, услуг). В ней собираются затраты по общности экономического содержания, по их назначению.

Смета затрат включает в себя следующие статьи [25]:

- 1) основные материалы за вычетом реализуемы отходов;
- 2) заработная плата производственных рабочих;
- 3) отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих.

Эти статьи относятся к прямым затратам. Остальные расходы образуют косвенные расходы:

- 1) амортизация оборудования предприятия;
- 2) арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений;
- 3) отчисления в ремонтный фонд;
- 4) вспомогательные материалы на содержание оборудования;
- 5) затраты на силовую электроэнергию;
- 6) износ инструмента;
- 7) заработная плата вспомогательных рабочих;
- 8) отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих;
- 9) заработная плата административно-управленческого персонала;
- 10) отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала;
- 11) прочие расходы.

4.2.1 Основные и вспомогательные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_M) рассчитываются по формуле [25]:

$$C_M = N \cdot (\Pi_M \cdot H_M \cdot K_{ТЗР} - \Pi_O - H_O), \quad (42)$$

где $K_{ТЗР}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($K_{ТЗР}=1,04$);

Π_O – цена возвратных отходов, руб./кг;

H_O – норма возвратных отходов кг/шт.

Норма возвратных отходов определяется [25]:

$$H_O = m_3 - m_O, \quad (43)$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_O – масса изделия, кг.

$$H_O = 0.$$

$$C_M = 240 \cdot (((975,82 \cdot 40,63) + (1.449,25 \cdot 38,75) + (11,25 \cdot 44) + (33,5 \cdot 24,5) \times$$

$$\times (25,98 \cdot 47,30) + (34,97 \cdot 48,2) + (62,42 \cdot 15,23)) \times 1,04 = 14.438.661,1 \text{ руб.}$$

4.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Основная заработная плата предусматривает оплату труда за проработанное время. Рассчитывается она в зависимости от формы и системы оплаты труда.

В ВКР работе предусматривается сдельно-премиальная оплата труда. В соответствии с этой системой заработная плата рассчитывается по формуле [25]:

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_{п} \cdot k_{р} \cdot N, \quad (44)$$

где m – количество операций технологического процесса;

$t_{штi}$ – норма времени на выполнение i -ой операции, мин/ед.;

$C_{часj}$ – часовая ставка j -го разряда, руб./час;

$k_{п}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты ($k_{п}=1,5$);

$k_{р}$ – районный коэффициент ($k_{р}=1,3$).

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^1 \frac{1.424,81 \cdot 43,62}{60} \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 240 = 4 \cdot 484.771,6 = 1.939.086,4 \text{ руб.}$$

4.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды [25]:

$$C_{осо} = C_{zo} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2, \quad (45)$$

где α_1 – обязательные социальные отчисления ($\alpha_1=0,30$);

α_2 – социально страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям ($\alpha_2=0,003\div0,017$).

$$C_{oco} = 1.939.086,4 \cdot 0,30 \cdot 0,009 = 5.235,5 \text{ руб.}$$

4.2.4 Расчет амортизации основных фондов

Амортизация основных фондов – это перенос части стоимости основных фондов на вновь созданный продукт для последующего воспроизводства основных фондов ко времени их полного износа.

Годовые амортизационные отчисления начисляются одним из следующих методов: линейный и нелинейный.

4.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

При крупном масштабе производства, при полной загрузки оборудования сумма амортизационных начислений распределяется на каждую единицу продукции равномерно.

В расчетах ВКР целесообразно определить годовую норму амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод [25]:

$$\alpha_{Hi} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\%, \quad (46)$$

где T_o – срок службы оборудования ($T_o=3\div12$ лет).

$$\alpha_{Hi} = \frac{1}{10} \cdot 100 = 10 \%$$

$$\alpha_{Hi} = \frac{1}{12} \cdot 100 = 8,3\%$$

Сумма амортизации определяется [25]:

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \alpha_{Hi}, \quad (47)$$

$$A_{пп} = \sum_{i=1}^2 308.400 \cdot 10 = 3.084.000 \text{ руб.}$$

$$A_{к-б} = \sum_{i=1}^1 321.000 \cdot 8,3 = 2.664.300 \text{ руб.}$$

Списание стоимости происходит равномерно и к концу срока использования достигается нулевая балансовая стоимость.

При небольшом объеме производства и неполной загрузки оборудования (оборудование загружено еще производством других видов продукции) необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на 1 час работы оборудования [25]:

$$A_{qi} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot \alpha_{Hi}}{F_{д} \cdot K_{BPI}}, \quad (48)$$

где n – количество оборудования, шт.;

K_{BPI} – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени;

$F_{д}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования,
 $F_{д}=1874$ час.

$$A_{qi} = \sum_{i=1}^3 \frac{629.400 \cdot 18,30}{1.874 \cdot 82,2} = 74,7 \text{ руб.}$$

Расчет сводим в таблицу 19.

Таблица 19 – Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц _и , руб.	а _{Hi} , %	F _{дi} , ч	A _{qi} , руб.
010-080	629.400	18,3	1.874	74,7
ИТОГО (для всего оборудования):				74,7

4.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Расчет амортизации эксплуатируемых площадей производится аналогично линейным методом, срок службы зданий и сооружений 30÷50 лет.

$$\alpha_{н.пом} = \frac{1}{50} \cdot 100 = 2 \text{ \%}.$$

$$A_{пом} = \sum_{i=1}^1 47.000 \cdot 2 = 94.000 \text{ руб.};$$

$$A_{пом} = \sum_{i=1}^3 \frac{94.000 \cdot 2}{1.874 \cdot 82,2} = 1,2 \text{ руб.}$$

4.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Данные затраты включают в себя затраты по всем видам ремонта (капитального, текущего и др.). Затраты на ремонт оборудования определяются по формуле [25]:

$$C_{чр} = \sum_{i=1}^n \frac{100 \cdot (\omega_{Mi} \cdot R_{Mi} + \omega_{Эi} \cdot R_{Эi})}{T_{РЦ} \cdot \beta_M \cdot \beta_{ТП} \cdot \beta_P \cdot \beta_T} \cdot t_{Р.ЭЛ} \cdot C_{Р.ЭЛ}, \quad (49)$$

где R_{Mi} и $R_{Эi}$ – группы ремонтпригодности механической и электрической части i -го оборудования соответственно;

ω_{Mi} и $\omega_{Эi}$ – затраты на все виды планово-предупредительного ремонта за ремонтный цикл, приходящиеся на единицу i -ой ремонтной техники;

$T_{РЦ}$ – длительность ремонтного цикла, ч.;

β_M , $\beta_{ТП}$, β_P , β_T – коэффициенты, влияющие на длительность ремонта соответственно обрабатываемого материала, типа производства, значений параметров оборудования, массы станка;

$t_{Р.ЭЛ}$ – трудоёмкость ремонта электронной части источника питания, Н/ч;

$C_{Р.ЭЛ}$ – стоимость ремонта;

T_{pp} – трудоёмкость ремонтных работ.

$$C_{qp} = \sum_{i=1}^n \frac{100 \cdot (2.000 \cdot 1 + 2.000 \cdot 2)}{10 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5} \cdot 2 \cdot 10.000 = 50.000 \text{ руб.}$$

4.2.6 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию [25]:

$$C_{\varepsilon} = \sum_{i=q}^n \left(\frac{U_i \cdot G_i}{\eta_i \cdot \alpha_{Hi} \cdot \alpha_{Oi}} \right) \cdot \Pi_{\varepsilon l}, \quad (50)$$

где U_i – напряжение в дуге для i -й операции, $U_i=25$ В;

G_i – вес наплавленного металла в i -й операции, $G_i=59,89$ кг/изд.;

η_i – КПД установки, $\eta_i=78\%=0,78$ – для базового ТП, $\eta_i=85\%=0,85$ – для предлагаемого ТП;

α_{Hi} – коэффициент наплавки, $\alpha_{Hi}=12,5$ г/А·час;

α_{Oi} – коэффициент, учитывающий время горения дуги, в общем времени сварки, $\alpha_{Oi}=1$;

Π_{ε} – средняя стоимость электроэнергии (по данным городской электросети), руб., $\Pi_{\varepsilon}=3,43$ руб./кВт.

$$C_{\varepsilon} = \left(\frac{25 \cdot 59,89}{0,85 \cdot 12,5 \cdot 1} \right) \cdot 3,43 = 483,2 \text{ руб./изд.}$$

4.2.7 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{ии}$) по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем как плановые и включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятиях затраты такого

плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

4.2.8 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле [25]:

$$C_{ЗВР} = \sum_{j=1}^k C_{ЗМj} \cdot Ч_{ВРj} \cdot 12 \cdot k_{Nj} \cdot k_{Pj}, \quad (51)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

$Ч_{ВРj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

$C_{ЗМj}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда, 6.600 руб., в связи с маленькой суммой принимаем 9.476 руб. (прожиточный минимум по Кузбассу);

k_{Nj} – коэффициент, учитывающий премии и доплат для вспомогательных рабочих ($k_{Nj}=1,2 \div 1,3$);

k_{Pj} – районный коэффициент ($k_{Pj}=1,3$).

$$C_{ЗВР} = \sum_{j=1}^1 9.476 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 177.390,7 \text{ руб./год.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих [25]:

$$C_{ОВР} = C_{ЗВР} \cdot 0,26, \quad (52)$$

где $C_{ОВР}$ – сумма отчислений за год, руб./год.

$$C_{ОВР} = 9.476 \cdot 0,26 = 2.436,70 \text{ руб.}$$

4.2.9 Заработная плата административно-управленческого персонала

Заработная плата административно-управленческого персонала

рассчитывается по формуле [25]:

$$C_{34V} = \sum_{i=1}^k C_{34Vi} \cdot \chi_{AVi} \cdot 12 \cdot k_{Pi} \cdot k_{ПДi}, \quad (53)$$

где C_{34Vi} – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, руб.;

χ_{AVi} – численность работников административно-управленческого персонала должности, чел.

$K_{ПДi}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала.

$$C_{34V} = \sum_{i=1}^k 15.000 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 = 234.000 \text{ руб./год.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{O34V} = C_{34V} \cdot 0,26, \quad (54)$$

$$C_{O34V} = 15.000 \cdot 0,26 = 3.900 \text{ руб.}$$

4.3 Экономическое обоснование технологического проекта

Расчеты затрат по экономическим элементам сводим в таблицу 20.

Таблица 20 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед.	Сумма, руб./год
Основные и вспомогательные материалы за вычетом реализуемых отходов	60.161,1	14.438.661,1
Заработная плата производственных рабочих	8.079,5	1.939.086,4
Отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	21,81	5.235,5
Амортизация оборудования предприятия	74,7	74,7

Продолжение таблицы 20

Арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	1,2	1,2
Отчисления в ремонтный фонд	1.470,6	50.000
Вспомогательные материалы на содержание оборудования	—	—
Затраты на силовую электроэнергию	511,6	122.784
Износ инструмента	—	—
Заработная плата вспомогательных рабочих	5.217,4	177.390,7
Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих	71,2	2.436,7
Заработная плата административно-управленческого персонала	6.882,3	234.000
Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала	114,7	3.900
Прочие расходы	—	—

1. Годовая производственная программа	240 шт.
2. Количество оборудования	2 шт.
3. Количество приспособлений	2 шт.
4. Количество основных рабочих	4 чел.
5. Количество ИТР	1 чел.
6. Разряд основных производственных рабочих	4 разряд
7. Себестоимость изготовления ограждения	82.606,1 руб./изд.
8. Рыночная стоимость	91.000 руб./изд.
9. Предполагаемая прибыль	8.393,6 руб./изд.
10. Капитальные вложения	881.160 руб.
11. Критический объем реализации	105 шт.

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка-сварка ограждения крепи механизированной МКЮ2У.75. При изготовлении осуществляются следующие операции: сборка, механизированная сварка в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении ограждения на участке используется следующее оборудование: полуавтомат БАРС Profi MIG-507DT2 (2 шт.); приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.233.00.000 СБ (2 шт.); кантователь ФЮРА.000002.233.00.000 СБ (2 шт.).

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т. Изготавливаемое изделие, ограждение, оно входит в состав шахтной крепи МКЮ2У.75. Масса ограждения составляет 1060 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 09Г2С и Сталь 35. Сварка производится в смеси Ar(82%)+CO₂(18%) сварочной проволокой Св-08Г2С-О и Св-08ГСМТ диаметром 1,2 мм.

Участок находится в цехе, имеет одну капитальную стену, с другой стороны располагается проход шириной 2 м для перемещения рабочих и электрокаров. Количество оконных проемов – 6. Окраска стен – бежевая.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2 шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с

площадью $S=88,77 \text{ м}^2$.

5.2. Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- 1) положений «Стандартов безопасности труда»;
- 2) законов о труде РФ;
- 3) технологической документации;
- 4) норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- 5) типовых инструкций по ОТ;
- 6) пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- 7) рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны

труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Нормы освещения строительных площадок. М.: Изд. стандартов, 2001.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок

потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

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

9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

11. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.

5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток, локальная вибрация.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны. При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м^3 пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 % (ПДК $0,1 \div 0,2 \text{ мг/м}^3$), а также CO_2 до $0,5 \div 0,6 \text{ %}$; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота до $8,0 \text{ мг/м}^3$; озона до $0,36 \text{ мг/м}^3$ (ПДК $0,1 \text{ мг/м}^3$); оксидов железа $7,48 \text{ г/кг}$ расходуемого материала; оксида хрома $0,02 \text{ г/кг}$ расходуемого материала (ПДК 1 мг/м^3) [22, 23].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90 % частиц, скорость витания частиц меньше $0,1 \text{ м/с}$.

Источником выделения вредных веществ также может быть краска, грунт или покрытие, находящиеся на кромках свариваемых деталей и попадающие в зону сварки. Для уменьшения выделения вредных веществ поверхности свариваемых деталей должны при необходимости зачищаться от грунта и покрытия по ширине не менее 20 мм от места сварки.

Автотранспорт, который используется для перевозки заготовок и готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бензапирен, летучие углеводороды.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию-пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам,

экземп. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [24].

На участке сборки-сварки изготовления ограждения применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию и местную вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть $0,2 \div 0,5$ м/с.

Определим необходимый объем воздуха L , удаляемый от местных отсосов по формуле [18]:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V, \quad (55)$$

где F – суммарная площадь рабочих проёмов и неплотностей, м^2 ;

V – скорость всасывания воздуха на рабочем участке, $V=0,5$ м/с.

$$L = 600 \cdot 0,02 \cdot 0,5 = 36 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Из расчета видно, что объем воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L=36 \text{ м}^3/\text{с}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный FUK-1800/СП с двигателем типа АДМ63В2У2, мощностью 0,55 кВт.

2. Производственный шум. Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- 1) полуавтоматы БАРС Profi MIG-507DT2;
- 2) двигатель кантователя;
- 3) вентиляция;
- 4) сварочная дуга;
- 5) слесарный инструмент: молоток ($m=2$ кг) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно-транспортных устройств (кран мостовой и кран-балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 21 [25].

Таблица 21 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса, дБА				
	Физическая нагрузка		Тяжелый труд		
	легкая	средняя	1 степени	2 степени	3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	—	—	—
Напряженный труд 2 степени	50	50	—	—	—

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [18].

Мероприятия по борьбе с шумом. Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противοшумовые наушники.

На данном участке используем виброизолирующие основания для защиты от шума вентиляционного оборудования, вентиляторы установлены в отдельные звукоизолирующие помещения.

3. Статическая нагрузка на руку. При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [26].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг), при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п.

5.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 9 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 3 ряда по 3 светильников.

5.3.2 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата участка

Микроклимат на рабочем месте в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха и т.д.

Оптимальными параметрами называют такое сочетание параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения реакций терморегуляции, создают ощущение теплового комфорта и являются предпосылкой для высокой рентабельности.

Фактически, в цехе 14, для которого проектируется данный участок сборки-сварки ограждения, параметры микроклимата соответствуют требованиям санитарных норм и правил. В холодный и переходной периоды года при категории работ IIб – работы средней тяжести оптимальные параметры следующие: температура $17\div 19$ °С; относительная влажность $60\div 40$ %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура $20\div 22$ °С; относительная влажность $60\div 40$ %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Параметры микроклимата определены в санитарных нормах и правилах СанНиП 2.2.4.548-96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги,

а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять $0,5 \dots 6 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$ [27].

2. Защита от сварочных излучений. Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока.

Маска из фибра защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 22.

Таблица 22 – Средства индивидуальной защиты

Средства индивидуальной защиты	Ссылки на стандарты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.238-2007
Куртка хлопчатобумажная с утепляющим подкладом	ГОСТ 29.335-92

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск.

3. Электрический ток. На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380 В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

4. Электробезопасность. На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы длиной 2,5 метра и диаметром 40 мм.

Соппротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4×12 миллиметров.

5.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов. Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- 1) проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- 2) свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м²;
- 3) при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- 4) правильная фиксация рамы поворотной на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- 5) контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

5.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны. Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т.д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2

дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [28].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

2. Охрана воздушного бассейна. Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки ограждения шахтной крепи ФЮРА.МКЮ2У.75.233.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95÷98 %.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 % в вредных веществ для рабочей зоны [18].

3. Охрана водного бассейна. Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов. На проектируемом участке сборки-сварки ограждения предусмотрены емкости для

складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [18].

5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- 1) пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- 2) огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- 3) огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- 4) ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции. На участке сборки-сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходной периоды года при категории работ Пб –

работы средней тяжести оптимальные параметры, следующие: температура минус 17÷19 °С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22 °С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки-сварки ограждения.

Для сборки-сварки ограждения в целом применено стационарное сборочно-сварочное приспособление, которое позволило отказаться от использования технологических жесткостей, заменено сварочное оборудование на менее дорогостоящее.

В результате перечисленных нововведений время изготовления ограждения сократилось на 0,72 ч.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгоде предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 240 изделий.

Площадь спроектированного участка – 88,77 м².

Средний коэффициент загрузки оборудования – 82,2 %.

Экономический эффект на единицу изделия – 261,03 рублей.

Список использованных источников

1. Работа сварочным аппаратом [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://tool-land.ru/tekhnologiya-svarki.php#7>. Дата обращения: 25.05.2019г.
2. М.А. Шолохов, Д.С. Бузорина /Расчет параметров режима наплавки пристеночного валика при многопроходной сварке в защитных газах /Автоматическая сварка – 2013 – №7 – С. 63-67
3. Б.Е. Патон, С.Т. Римский, В.И. Галинич /Применение защитных газов в сварочном производстве //Автоматическая сварка – 2014 – №6-7 – С. 17-24
4. В.П. Елагин /Выбор защитного газа для механизированной дуговой сварки разнородных сталей //Автоматическая сварка – 2014 – №6-7 – С. 114-118
5. Кисаримов Р.А. Справочник сварщика. – М.: ИП РадиоСофт, 2007 – 288с.
6. Марочник сталей и сплавов /М.М. Колосков, Е.Т. Долбенко, Ю.В. Коширский и др.; под общей М 28 ред. А.С Зубченко – М.: Машиностроение, 2001. 627с. :ИЛЛ.
7. Костин А.М. Сварочные материалы – «НУК», 2004. – 225с.
8. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96с.
9. Томас К.И., Ильященко Д.П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» – 2011. – 247с.
10. Оботуров В.И. Дуговая сварка в защитных газах. М: Стройиздат, 1989 232с.
11. Технологическая инстр. по изготовлен. сварных конструкций изделий горношахтного оборудования ТИ 406.25090.00054 инв. №2815.
12. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40с.
13. Крампит Н.Ю. Нормативы времени на сварочные операции: Методические указания /Крампит Н.Ю. Ю.: Изд-во ЮФ ТПУ. – 2002. – 26с.

14. Сварочный полуавтомат БАРС Profi MIG-507DT2 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://svarkamall.ru/katalog/product/1154-bars-profi-mig-507-dt2.html>. Дата обращения: 23.05.2019г.
15. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272с.
16. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500 «Оборудование и технология сварочного производства». – Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000. – 24с.
17. Азаров Н.А. Конструирование и расчет сварочных приспособлений Томск, ТПУ, 2009. – 48с.
18. Куликов О.Н. Охрана труда при производстве сварочных работ.: Академия, 2006 – 176с.
19. О.Н. Жданова. Организация производства и менеджмент: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства» – Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005. 32с.
20. Сварочный полуавтомат ESAB ARISTO MIG 5000I [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.tiberis.ru/collections/esab/products/esab-aristo-mig-5000i>. Дата обращения: 22.05.2019г.
21. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3. – М.: Машиностроение, 1978 – 557с.
22. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»
23. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.
24. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>. Дата обращения: 20.05.2019г.
25. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

26. П.П. Кукин, В.Л. Лапин. Е.А. Подгорных и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов /М.: Высшая школа, 2004. – 298с.

27. Брауде М.З. «Охрана труда при сварке в машиностроении» /М.: Машиностроение, 1978. – 141с.

28. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-chto-selitebnaya-territoriya>. Дата обращения: 25.05.2019г.