

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 ОСНОВАНИЯ КРЕПИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ МКЮ2Ш.41	

УДК 621.757:621.791:622.28.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A52	Кузнецов Н.Е.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Ильященко Д.П.	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
И.о. руководителя ОТБ	Солодский С.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

И.о. руководителя	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОПТ	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.

Студент гр. 10А52
Руководитель ВКР

Н.Е. Кузнецов
Д.П. Ильященко

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 ОПТ

М.А. Кузнецов

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной проект

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А52	Кузнецову Никите Евгеньевичу

Тема работы:

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ И УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ ОСНОВАНИЯ КРЕПИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ МКЮ2Ш.41

Утверждена приказом проректора-директора
(директора) (дата, номер)

31.01.2019 г. №9/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. Результаты проведенного исследования. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 5. Социальная ответственность.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. ФЮРА.МКЮ2Ш.41.111.00.000СБ Основание 4 листа (А1). 2. ФЮРА.000001.111.00.001СБ Приспособление сборочно-сварочное 3 листа (А1). 3. ФЮРА.000002.111ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000003.111ЛП Экономическая часть 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.111ЛП Карта организации труда на производственном участке 1 лист (А1). 6. Технологическая схема сборки и сварки изделия 1 лист (А1).
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Ильященко Д.П.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков Д.Г.
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	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А52	Кузнецов Н.Е.		

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:

Дипломной проект
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

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

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

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

Юрга – 2019 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A52	Кузнецову Никите Евгеньевичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Годовая программа, шт	250
Себестоимость одной детали	466126,57
Трудоёмкость изготовления одной детали, час	124,4
Количество единиц оборудования, шт	10
Норма расхода материала, кг	326,055

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Определение капитальных вложений в оборудование и приспособление
2. Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлением
3. Определение затрат на основные материалы
4. Определение затрат на вспомогательные материалы
5. Определение затрат на заработную плату
6. Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)

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
10A52	Кузнецов Н.Е.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A52	Кузнецову Никите Евгеньевичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки бесстыкового пути на предмет возникновения: – 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)	- 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	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, 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)	Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). 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.	Вредные выбросы в атмосферу.
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 её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A52	Кузнецов Н.Е.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 113 с., 2 рисунка, 30 таблиц, 21 источников, 3 приложения, 11 л. графического материала.

Ключевые слова: режимы сварки, сила сварочного тока, сварочное оборудование, производительность, план участка, приспособление, контроль, методы контроля, себестоимость.

Объектом исследования является процесс изготовления основания крепи механизированной МКЮ2Ш.41.

Цель работы - разработка технологии сборки - сварки, проектирование сварочной оснастки и участка по изготовлению основания крепи механизированной МКЮ2Ш.41 с применением сварки в смеси газов.

В процессе работы рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочные и сварочные операции. В результате проведенной работы разработан технологический процесс.

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010, СПРУМ-МП, КОМПАС-3D V16 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 113 p., 2 drawings, 30 tables, 21 sources, 3 applications, 11 p. graphic material.

Keywords: welding modes, welding current strength, welding equipment, productivity, site plan, adaptation, control, control methods, cost price.

The object of the research is the process of manufacturing the base of the support of the mechanized MKYU2Sh.41.

The purpose of the work is the development of the assembly technology - welding, the design of the welding equipment and the site for the manufacture of the base of the mechanized MKYU2Sh.41 lining using welding in a mixture of gases.

In the process, the welding modes were calculated, the welding equipment was selected, assembly and welding operations were normalized. As a result of this work, a technological process has been developed.

WRC is made in the text editor Microsoft Word 2010, SPRUT-TP, KOTPAS-3D V16 and is presented on the disk (in the envelope on the back of the cover).

Оглавление

Введение	16
1 Обзор литературы	18
1.1 Анализ сварочного оборудования	18
1.2 Перенос электродного металла при механизированной сварке в среде защитных газов	20
1.3 Заключение	21
2 Объект и методы исследования	22
2.1 Формулировка проектной задачи	22
2.2 Теоретический анализ	23
3 Результаты проведенного исследования	24
3.1 Инженерный расчёт	24
3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов	24
3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки	33
3.1.3 Расчёт режимов сварки	36
3.2 Технологический раздел	41
3.2.1 Технологический анализ выбранного производства	41
3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	42
3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	45
3.2.4 Нормирование операций	45
3.2.5 Выбор технологического оборудования	49
3.2.6 Расчёт основных элементов производства	50
3.2.6.1 Определение требуемого количества оборудования	50
3.2.6.2 Определение состава и численности работающих	52
3.2.7 Контроль технологических операций	54

3.2.7.1 Визуальный и измерительный контроль	56
3.2.7.2 Капиллярный метод контроля	60
3.2.8 Разработка технической документации	63
3.3 Конструкторская часть	65
3.3.1 Общая характеристика механического оборудования	65
3.3.2 Состав сборочно-сварочного цеха	66
3.3.3 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	67
3.3.4 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	68
3.3.5 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	69
3.3.6 Планировка заготовительных отделений	71
3.3.7 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	72
3.3.8 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений	73
4.1 Расчёт бѐма капитальных вложений	76
4.1.1 Стоимость технологического оборудования	76
4.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования	77
4.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря	78
4.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений	78
4.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырьѐи материалах	79
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 дебитовой задолжности	80
4.1.9 Денежные оборотные средства	81
4.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	81
4.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	81
4.2.2 Расѐт заработной платы производственных работников	82

4.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате	83
основных производственных рабочих.	
4.2.4 Расчет амортизации основных фондов.	83
4.2.5 Расчет амортизации оборудования.	84
4.2.6 Расчет амортизационных отчислений зданий	86
4.2.7 Отчисления в ремонтный фонд	86
4.2.8 Определение затрат на вспомогательные материалы	86
4.2.9 Затраты на силовую электроэнергию.	87
4.2.10 Затраты на инструмент приспособление и инвентарь.	88
4.2.11 Прочие расходы.	91
4.3. Экономическое обоснование технологического проекта	91
5 Социальная ответственность	94
5.1 Описание рабочего места	94
5.2 Законодательные и нормативные документы	95
5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой	96
производственной среды	
5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой	102
производственной среды	
5.5 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте	103
5.6 Охрана окружающей среды	104
5.7 Чрезвычайные ситуации	105
5.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения	107
безопасности	
5.9 Выводы	108
Заключение	110
Список использованных источников	111
Приложение А (Технологический процесс)	
Приложение Б (Спецификация Основание)	

Приложение В (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)

Диск CD-R.

В конверте на обложке

Графическая часть

На отдельных
листах

ФЮРА.МКЮ2Ш.41.111.00.000 СБ Основание

Формат 4-А1

ФЮРА.000001.111.00.001 СБ Приспособление сборочно-сварочное

Формат 3-А1

ФЮРА.000002.111 ЛП План участка

Формат А1

ФЮРА.000003.111 ЛП Экономическая часть

Формат А1

ФЮРА.000004.111 ЛП Карта организации труда на производственном участке

Формат А1

Технологическая схема сборки и сварки изделия

Формат А1

Введение

Начиная с середины XX века, сварка является одним из ведущих процессов обработки металлов. Существует более 40 различных видов сварки: ручная дуговая сварка; сварка в инертных активных газах; сварка под флюсом; электрошлаковая сварка; сварка давлением и т.д.

Сварка широко применяется в производстве, так как резко сокращается расход металла, сроки выполнения работ и трудоёмкость производственных процессов.

Механизация и автоматизация сварочного производства важнейшее средство повышения производительности труда, повышения качества сварного изделия, улучшений условий труда.

Сварка в среде защитных газов один из ведущих способов электродуговой сварки. Защитный газ, обтекая электрическую дугу и сварочную ванну, предохраняет расплавленный металл от воздействия атмосферы, окисления, азотирования.

Основными достоинствами сварки в защитных газах являются следующие:

- хорошая защита сварки от воздействия кислорода и азота воздуха;
- высокие механические свойства сварного шва;
- высокая производительность процесса сварки.
- отсутствие необходимости применения флюсов и последующей очистки шва от шлака;
- возможность наблюдения за процессом формирования шва;
- малая зона термического влияния;
- возможность полной механизации и автоматизации процесса сварки.

В последнее время все более внедряется в производство сварка в смеси двуокиси углерода с другими активными и инертными газами (Ar, He, N, H), что расширяет эксплуатационные возможности и улучшает качество сварных соединений.

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки основания МКЮ2Ш.41. В результате проведения данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации, повышающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшение условий труда.

В современных условиях сварочного производства первостепенное значение имеет повышение производительности труда и снижение себестоимости изделия. Это обеспечивает качественно лучшее использование рабочей силы в процессе производства и повышение конкурентоспособности изделия на потребительском рынке, что является основной задачей в современной экономической политике России.

1 Обзор литературы

1.1 Анализ сварочного оборудования

В индустриальной отрасли страны на всех металлургических предприятиях используется сварочное оборудование.

Сварочное оборудование необходимо не только в промышленности, но и в различных отраслях деятельности человека, в частности, при ремонте и строительстве.

Такое распространение сварочного оборудования требует от него улучшенных возможностей, что привело к появлению нового оборудования – автоматического, малогабаритного, более эффективного и потребляющего меньше электричества.

Сварочное оборудование должно обеспечивать необходимые для сварки параметры, такие как сварочный ток 280...320 А; диаметр проволоки 1,2 мм; цена сварочного оборудования. Так же важным параметром влияющим на непрерывное время работы аппарата, является продолжительность включения (ПВ). Измеряется оно в процентах и обозначает продолжительность времени от 10-минутного периода, в течение которого сварочное оборудование способно работать без перерыва и должно быть не менее 80,1% для данной дипломной работы.

Таблица 1 - Анализ сварочного оборудования [1]

Фирма	Наименование аппарата	Диапазон св. тока, А	Диаметр проволок и,мм	Подача эл. проволок и, м/м	ПВ, %	Цена, Р
Сварог	TECH MIG3500	50 - 350	0.8	1.5 до 16.0	60%	150 770
EWM	Picotig 355 puls TKM	5 до 350	0,6 - 3,2	0,5 до 25	100%	321 846
ESAB	Mig 500tw	50 до 500	0,6 - 1,6	0,8 до 25	100%	129 875
БАРС	Profi MIG-507DT2	30 до 500	1,0-1,6	1,5 до 18	100%	103 824

Исходя из данного анализа, выбираем наиболее оптимальный для производства. Данных характеристикам наиболее удовлетворяет фирма «БАРС» со сварочным полуавтоматом Profi MIG-507DT2. Так же нужно отметить сварочный аппарат Picotig 355 puls TKM от фирмы «EWM», который так же удовлетворяет нашим требованиям, но из - за его огромных возможных функций и слишком большой цены, выбираем более дешёвый и качественный российский аналог заводскому сварочному полуавтомату «ESAB» Mig 500tw, «БАРС» Profi MIG-507DT2.

1.2 Перенос электродного металла при механизированной сварке в среде защитных газов

Известно, что при расплавлении электродного металла он не весь переходит в шов: его часть в виде брызг вылетает из зоны сварки и образует потери на разбрызгивание. Потери уменьшают производительность процесса сварки, увеличивают расход электродов, электроэнергии и требуют дополнительного времени и сил на очистку изделий от брызг. Поэтому разбрызгивание непосредственно связано с переносом электродного металла — важным этапом получения высококачественного сварного соединения при сварке плавящимся электродом в CO_2 . Существуют различные способы снижения разбрызгивания, а именно: контролируемый перенос электродного металла, создание особых систем, которые обеспечивают кратковременное понижение мощностей взрыва жидкой перемычки между каплей и электродом в начальный период горения дуги в последствии короткого замыкания, применение смесей газов, процессы окисления поверхностей брызг защитными газами. Разбрызгивание непосредственно связано с величиной каплей электродного металла, переносимых сварочную ванну, следовательно, для уменьшения разбрызгивания при сварке в активных газах нужно снижать их объем [2].

Совершенствование процессов механизированной дуговой сварки плавящимся электродом — актуальная задача, нацеленная на снижение потерь электродного металла, совершенствование формы сварного соединения, повышение качества металла шва и ОШЗ, включая их служебные характеристики (механические свойства, плотность металла шва и др.). Последние годы наибольшее значение приобретают экономические аспекты данной проблемы.

Механизированная сварка в среде защитных газов (смеси $\text{Ar} + \text{CO}_2$) является одним из ведущих технологических процессов соединения различных металлов. Достоинства процесса сварки в газовых смесях на основе аргона проявляется в том, что наличие аргона способствует к значительному снижению разбрызгивания и приводит к струйному и управляемому процессу переноса электродного металла. Эти изменения сварочной дуги – действенный способ управления ее технологическими характеристиками: производительности, величиной потерь электродного металла на разбрызгивание, формой и механическими свойствами металла шва, а также величиной проплавления основного металла [2].

1.3 Заключение

Проведенный обзор литературы позволил выявить что наиболее оптимальным при изготовлении основания крепи механизированной МКЮ2Ш.41 является: механизированная сварка в среде защитных газов ($\text{Ar} + \text{CO}_2$) с использованием оборудования от фирмы «БАРС» со сварочным полуавтоматом Profi MIG-507DT2.

2 Объект и методы исследования

2.1 Формулировка проектной задачи

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

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать участок сборки и сварки основания МКЮ2Ш.41, при этом произвести 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 и 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 и сварки основания механизированной крепи МКЮ2Ш.41 были выявлены существующие недостатки. Для устранения этих недостатков предлагается произвести следующие изменения в технологическом процессе:

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

- 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;

- произвести замену дорогостоящего оборудования на более дешевый российский аналог, не уступающий по качеству.

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 – основание. В качестве материала деталей основания используют стали следующих марок: 14ХГ2САФД, 12ДН2ФЛ, 10ХСНД, 09Г2С, 30ХГСА (свариваемость хорошая, сварные соединения высокого качества, сварка выполняется без применения особых приемов) и Сталь 35Л (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). Выбор этих сталей обусловлен необходимостью в сочетании надежности конструкции с хорошей технологической свариваемостью и небольшой себестоимостью [3].

Химический состав и механические свойства стали 14ХГ2САФД приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 - Химический состав стали 14ХГ2САФД в % [3]

C	Mn	Si	Cr	Cu	N	Ni	V	P	S
0,08- 0,14	0,11- 0,17	1,2- 1,6	0,9	0,9	<0,05	0,9	0,2	Не более	
								0,035	0,04

Таблица 3.2 - Механические свойства стали 14ХГ2САФД [3]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
390	530	19	0,5

Химический состав и механические свойства стали 12ДН2ФЛ приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 - Химический состав в % стали 12ДН2ФЛ [3]

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	V	Cu
			не более					
0,08-0,16	0,40-0,90	0,20-0,40	0,035	0,035	0,30	1,80-2,20	0,08-0,15	1,20-1,50

Таблица 3.4 - Механические свойства стали 12ДН2ФЛ [3]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %
390	650	550	12

Химический состав и механические свойства стали 35Л приведены в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 - Химический состав стали 35Л в % (ГОСТ 1050-88) [3]

C	Mn	Si	Cr	Ni	V	P	S
0,32-0,40	0,45-0,90	0,2-0,52	<0,05	-	-	Не более	
						0,04	0,045

Таблица 3.6 - Механические свойства стали 35Л [3]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
275	390	15	0,5

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 [3].

Химический состав и механические свойства стали 10ХСНД приведен в таблицах 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7 - Химический состав стали 10ХСНД, % (ГОСТ 19281-89) [3]

С	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 3.8 - Механические свойства стали 10ХСНД [3]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
350	390	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 [3].

Химический состав и механические свойства стали 09Г2С приведен в таблицах 3.9 и 3.10.

Таблица 3.9 - Химический состав стали 09Г2С,% (ГОСТ 19282-73) [3]

Si	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	P	S	As	N
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 3.10 - Механические свойства стали 09Г2С [3]

$\sigma_{\text{т}}$, МПа	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	δ_5 , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
345	490	21	0,5

Химический состав и механические свойства стали 30ХГСА приведен в таблицах 3.11 и 3.12.

Таблица 3.11 - Химический состав стали 30ХГСА, % (ГОСТ 19282-73) [3]

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	P	S
0,28-0,34	0,8-1,1	0,9-1,2	0,8-1,1	0,3	0,3	Не более	
						0,025	0,025

Таблица 3.12 - Механические свойства стали 30ХГСА [3]

$\sigma_{\text{т}}$, МПа	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	δ_5 , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
490	655	16	0,5

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

Для сталей 14ХГ2САФД, 12ДН2ФЛ, 10ХСНД, сталь 35Л, 09Г2С и 30ХГСА 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.

Принимаем сварку плавящимся электродом в смеси газа Ar+CO₂ (в соотношении Ar - 82%, CO₂ -18%). по ТУ 2114-004-00204760-99, т. к. существует ряд преимуществ этих способов:

возможность вести механизированную сварку, а. т.к. в изготавливаемом изделии есть сварные швы протяженностью больше 2-х м,

то возможность использования автоматической сварки очень важна;

- высокая производительность;
- высокие механические свойства сварных соединений;
- меньшая склонность к образованию горячих трещин;
- 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-08ГСМТ по ГОСТ 2246-70.

Проволока 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 прикреплена бирка с названием завода-изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.13 и 3.14.

Таблица 3.13 - Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [4]

Марка проволоки	Химический состав							
	C	Mn	Si	Ti	Ni	Cr	S	P
	не более							
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

Таблица 3.14 - Механические свойства металла шва [4]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	КСУ, кДж/см ²	
			20 ⁰ С	-20 ⁰ С
Св-08ГСМТ	452	18	120	75

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

Смесь поставляется на ООО «Юргинский машзавод» согласно требованиям ТУ 2114-004-00204760-99 в баллонах.

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 [5].

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 неразъемное 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 подразделяются на четыре группы:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, - это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [5]:

$$C_{\text{экв}} = C + (Mn/6) + (Si/24) + (Ni/10) + (Cr/5) + (Mo/4) + (V/14), \quad (3.1)$$

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:

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

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 09Г2С:

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

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 30ХГСА:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,3 + (0,8/5) + (0,8/6) + (0,9/24) + (0,3/10) = 0,66 \text{ \%}.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10ХСНД:

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

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 35Л:

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

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для 12ДН2ФЛ:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,12 + (2/10) + (0,12/14) = 0,33\%.$$

Сталь 10ХСНД - низколегированная конструкционная ГОСТ 19281-73 [2]. Эта сталь относится к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [2]. 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 35Л является углеродистой ГОСМ 1050-74 [3]. Эта сталь обладает ограниченной свариваемостью - сварка возможна при подогреве до 100-120

град. и последующей термообработке. 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.

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, являющийся основным газом 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 $\text{Ar} + \text{CO}_2$ 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 [6]:



С повышением температуры увеличивается количество тепла, вводимого в изделие, что способствует снижению скорости

охлаждения[6].

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 $\text{Ar} + \text{CO}_2$ 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 $\text{Ar} + \text{CO}_2$ 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-08ГСМТ, обеспечивающих малую загрязненность металла шва оксидными включениями.

Содержащиеся в проволоке кремний и марганец, 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 [8].

Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва, выполняемого в $\text{Ar} + \text{CO}_2$ проволокой Св – 08ГСМТ остается на необходимом уровне.

Значительному снижению разбрызгивания электродного металла способствует аргон в смеси - 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 $\text{Ar} + \text{CO}_2$ 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

Параметры режима дуговой сварки в смеси газов плавящимся электродом следующие [9]:

- диаметр электродной проволоки - $d_{\text{эп}}$;
- скорость сварки v_c ;
- сварочный ток – I_c ;
- напряжение сварки – U_c ;
- вылет электродной проволоки – l_v ;
- скорость подачи электродной проволоки - $v_{\text{эп}}$;
- общее количество проходов - $n_{\text{пр}}$;
- расход защитной смеси $g_{\text{зг}}$.

Расчёт режимов сварки выполняем по размерам шва (ширине l и глубине проплавления h_p) [9].

Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08ГСМТ, в нижнем положении. Соединение тавровое типа М1 с катетом 20 мм. показано на рисунке 3.1.

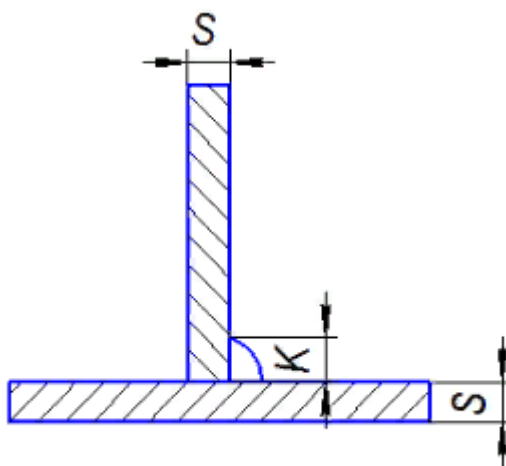


Рисунок 3.1 Соединение Т1 по ГОСТ 14771 – 76: S – Толщина листа,
K – Катет

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого и заполняющего), мм. [9];

$$d_{ЭПi} = K_d \cdot F_{Hi}^{0,625} \quad (3.8)$$

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации.

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при положении шва принимаем $F_{HK}=15 \text{ мм}^2$ и $F_{H3}=30 \text{ мм}^2$.

Чтобы определить общее количество проходов, необходимо найти общую площадь наплавленного металла.

Определим общее количество проходов [9]:

$$n_{по} = \frac{F_{но} - F_{нк}}{F_{нз}} + 1 = \frac{314 - 15}{30} = 10,97 \quad (3.9)$$

Примем $n_{по} = 10$.

Уточним площадь F_{H3} с учетом количества проходов:

$$F'_{нз} = \frac{F_{но} - F_{нк}}{n_{но} - n_{нк}} = \frac{314 - 15}{10 - 1} = 33,2 \text{ мм}^2 \quad (3.10)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого $d_{ЭПК}$ и заполняющих $d_{ЭПЗ}$, при сварке $K_d=0,149 \dots 0,409$:

$$d_{ЭПК} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{HK}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 15^{0,625} = 0,81 \dots 2,2 \text{ мм}, \quad (3.5)$$

$$d_{ЭПЗ} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{H3}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 33,2^{0,625} = 1,3 \dots 3,7 \text{ мм}. \quad (3.10)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки: $d_{ЭПК}=1,2 \text{ мм}$. и $d_{ЭПЗ}=1,2 \text{ мм}$.

Рассчитаем скорость сварки для корневого, заполняющего и подварочного проходов [9]:

$$V_{ск} = \frac{8,9 \times d_{ЭПК}^2 + 50,6 \times d_{ЭПК}^{1,5}}{F_{HK}} = \frac{8,9 \times 1,2^2 + 50,6 \times 1,2^{1,5}}{15} = 5,29 \text{ мм} \quad (3.11)$$

$$V_{c3} = \frac{8,9 \times d \text{ эн}^2 + 50,6 \times d^{1,5} \text{ эн}^3}{F_{нз}} = \frac{8,9 \times 1,2^2 + 50,6 \times 1,2^{1,5}}{33,2} = 2,39 \frac{\text{мм}}{\text{с}} \quad (3.12)$$

$$\text{Принимаем } V_{ck} = 6 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 21,6 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, V_{c3} = 3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 10,8 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$$

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [9]:

$$v_{зпк} = \frac{4 \cdot V_{ck} \cdot F_{HK}}{\pi \cdot d_{зпк}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 15}{\pi 1,2 \cdot (1,2 - 0,1)} = 88 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 318 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.13)$$

$$v_{зпз} = \frac{4 \cdot V_{c3} \cdot F_{нз}}{\pi \cdot d_{зпз}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 33,2}{\pi 1,2 \cdot (1,2 - 0,1)} = 98 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 352 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.14)$$

Подварочных проходов при сварке на обратной полярности [9]: □

$$I_{ck}(+) = d_{зпк} \cdot (\sqrt{1450 \cdot d_{зпк} \cdot V_{зпк}} + 145150 - 382) = 198 \text{ А}, \quad (3.15)$$

$$I_{c3}(+) = d_{зпз} \cdot (\sqrt{1450 \cdot d_{зпз} \cdot V_{зпз}} + 145150 - 382) = 216 \text{ А}, \quad (3.16)$$

При расчете режимов для смеси газов Ar + CO₂ необходимо вводить поправочный коэффициент k_{см}, k_{см} = 1,1...1,15 (по данным отработки режимов в лаборатории сварки ООО «Юргинский машзавод»).

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_{сб} = 198 \times 1,1 = 218 \text{ А}$$

$$I_{сб} = 216 \times 1,1 = 238 \text{ А}$$

$$\text{Принимаем } I_c = 220 - 240 \text{ А.}$$

Определим напряжение сварки для корневого, заполняющего и подварочного проходов [9]:

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot I_c, \quad (3.17)$$

$$U_{CK} = 14 + 0,05 \cdot 220 = 25 \text{ В},$$

$$U_{c3} = 14 + 0,05 \cdot 240 = 26 \text{ В.}$$

Расход защитного газа CO₂ для соответствующих проходов [7]:

$$q_{зг} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I^{0,75}, \quad (3.18)$$

$$q_{згз}=3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 240^{0,75}=0,201 \frac{\text{л}}{\text{с}}=12,1 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

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

- для корневых швов, малых толщин и прихваток $I_{св}=160-280 \text{ А}$, $U=18-28 \text{ В}$, расход газа 12-15 л/мин, вылет электродной проволоки 12-15 мм. Принимаем среднее значение $I_{св}=220 \text{ А}$.

- для сварки больших толщин $I_{св}=280-320 \text{ А}$, $U=28-32 \text{ В}$, расход газа 15-17 л/мин, вылет электродной проволоки 18-22 мм [10].

Полученные результаты сводим в таблицу 3.15.

Таблица 3.15 – Режимы сварки основания

№ шва	Тип шва	$d_{эп}$, мм	V_c , м/ч	I_c , А	U_c , В	l_b , мм	Расход газа, л/мин
1	2	3	4	5	6	7	8
1	У4  15	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
2	У4  20	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
3	У6	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
4	Т7  5	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
5	Т1  10	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
6	Т1  15	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
7	Т1  20	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
8	Т3  10	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
9	Т3  12	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
10	Т3  15	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
11	Т3  20	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
12	Т6	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
13	Н1  3	1,2	16...22	220	28...32	13	12...15
14	С17	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17

продолжение таблицы 3.15

15	M3	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
16	У1	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
17	У4	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
18	T1	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
19	T3	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
21	Нест.	1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
22		1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
23		1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
24		1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
25		1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
26		1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
27		1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
28		1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
29		1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
30		1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
31		1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
32		1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
33		1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
34		1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
35		1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
36		1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17
37		1,2	22...28	280...320	28...32	13	15...17

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.

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.

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.

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.

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 [11], учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет $N = 250$ штук, а масса основания равна 7500 кг, заключаем, что проектируемое сварочное производство относится к типу серийного.

3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции

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

Изготовление основания начинается со сборки и сварки основных составляющих на приспособлении сборочном (операции 010 - 040). Затем изделие помещается на позиционер, где производится сварка, кантовка, слесарная обработка и контроль (операции 050-076).

Подробно последовательность изготовления основания приведена в технологическом процессе (Приложение А).

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 к 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: число и конструктивно-технологическая сложность элементов (заготовок, деталей, узлов), используемых при изготовлении сварной конструкции; уровень унификации, стандартизации и взаимозаменяемости элементов конструкции; степень соответствия размеров и форм готовых деталей; количество обрабатываемых поверхностей; требование к качеству обработки, к точности сборки под

сварку; объём трудоёмких подгоночных операций; использование новых материалов.

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 [11].

Технологичность конструкции изделия может быть различной для разных типов производства и должна рассматриваться в комплексе с заготовительными операциями [12].

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, сопряжённые с нагрузками, выполняются с использованием крана мостового.

Согласно базовому технологическому процессу при изготовлении основания сварка ведется механизированным способом в среде смеси газов на импортном оборудовании, источник питания «ESABMig»(500tw) с механизмом подачи проволоки Esab feed. Сварка производится на сборочно-сварочной плите

Заменим сварочное оборудование на менее дорогостоящий российский аналог (инверторный сварочный полуавтомат «БАРС» Profi MIG-507DT2). Сварка будет производиться на сборочно-сварочном приспособлении ФЮРА.000001.111.00.001 СБ, что позволит сократить норму времени на выполнение операции.

Предлагаемый технологический процесс сборки и сварки основания 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 $T_{ш}$, мин. для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [13]:

$$T_{ш} = (T_{н.ш-к} \cdot L + t_{ви}) K_{п}, \quad (3.21)$$

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

L - длина свариваемого шва по чертежу, мм;

$t_{ви}$ - вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования, мин.

Неполное штучно-калькуляционное время определяется по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{в.ш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}\right) \quad (3.22)$$

где T_o - основное время сварки, мин;

$t_{в.ш}$ - вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва, согласно литературе [13] составляет 0,75 мин;

$a_{обс.}$, $a_{отл.}$, $a_{п-з}$ - 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:

$$T_o = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha} \cdot \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha} \quad (3.23)$$

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

I - сила сварочного тока, А;

γ - плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n - коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Для примера рассчитаем норму времени механизированной сварки в смеси газов на выполнение шва Т1- ∇ 15 (рисунок 3.2) в операции 025

приварки стенки поз. 3 к portalу поз. 6.

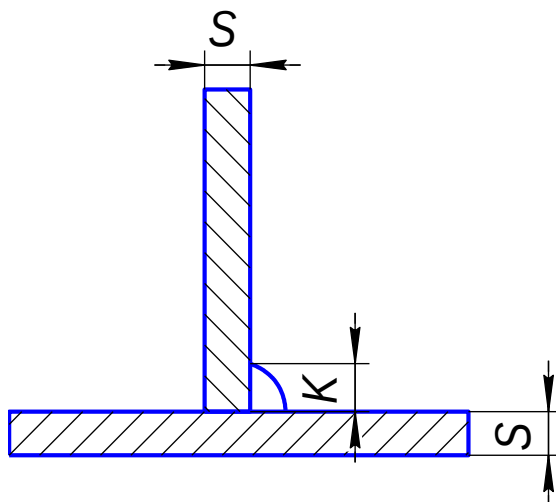


Рисунок 3.2 Соединение Т1- $\nabla 15$ по ГОСТ 14771 - 76: S – Толщина листа, K – катет

Исходные данные:

- марки сталей: 14ХГ2САФД и сталь 10ХСНД;
- марка электродной проволоки Св-08ГСМТ ГОСТ 2246 – 70 (для предлагаемого варианта);
- сварной шов тавровый без разделки;
- шов по ГОСТ 14771-76 – Т1- $\nabla 15$;
- длина шва 1100 мм;
- положение шва нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла шва

$$F = 180 \text{ мм}^2;$$

- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08ГСМТ при механизированной сварке составляет $\alpha_n = 15 \text{ г/(А} \cdot \text{ч)}$.

Количество проходов - n = 6 шт.

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} + \frac{30 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} \cdot 5 = 11,2 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (11,2 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 15,19 \text{ мин.},$$

где $t_{\text{вш}}$ - вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва согласно литературе [5] составляет 0,75 мин.

Определим норму штучного времени:

$$T_{\text{шт}} = 15,19 \cdot 1,1 + 3,2 = 19,91 \text{ мин.},$$

где $t_{\text{ви}}$ согласно литературе [13] составляет 3,2 мин.

Данные расчетов сводим в таблицу 3.20.

Таблица 3.16 - Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов изготовления основания

№ опер.	Базовый техпроцесс		Предлагаемый техпроцесс	
	Наименование операции	$T_{\text{шт}}$, мин.	Наименование операции	$T_{\text{шт}}$, мин.
005	Комплектовочная	-	Комплектовочная	-
010	Сборочная	36,28	Сборочная	32,36
015	Сварочная	82,22	Сварочная	74,22
020	Сборочная	45,68	Сборочная	45,34
025	Сварочная	3432,35	Сварочная	3432,35
030	Слесарная	8,36	Слесарная	8,36
040	Сборочная	22,04	Сборочная	22,04
045	Перемещение	4	Перемещение	4
050	Сварочная	1432,19	Сварочная	1432,19
055	Контроль	11,3	Контроль	11,3
060	Сборочная	22,83	Сборочная	22,83
065	Сварочная	2270,48	Сварочная	2270,48
070	Слесарная	32,1	Слесарная	26,5
075	Контроль	30,2	Контроль	30,2
Итого:		7430,03		7411,87

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. Механическая 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.

Исходя из соображений технологического, экономического и эксплуатационного характера было выбрано следующее сварочное оборудование [9]: Выбираем полуавтомат для дуговой сварки в смеси газов. Сварка ведется в закрытом помещении. Полуавтомат должен обеспечивать сварочный ток 280...320 А; диаметр проволоки 1,2 мм; ПВ должен быть не менее 84,6%.

Исходя из этих данных выбираем сварочный полуавтомат БАРС Profi MIG-507DT2.

Таблица - 3.17 Основные характеристики БАРС Profi MIG-507DT2 [1]

Модель	Profi MIG-507DT2
Бренд	БАРС
Напряжение сети	380 В
Максимальная сила тока	500 А
Диапазон сварочного тока	от 30 до 500 А
Продолжительность включения (ПВ)	500 – 60% 380 – 100%
Скорость подачи проволоки, м / мин	1,5-1,8
Диаметр сплошной сварочной проволоки	От 1,0 до 1,6 мм
Масса (с МПП и тележкой)	73,0 кг
Габаритные размеры, мм	595x285x478
Род сварочного тока	постоянный
Охлаждение	принудительное

3.2.6 Расчет основных элементов производства

3.2.6.1 Определение требуемого количества оборудования

Необходимое количество оборудования определяется по формуле:

$$C_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot K_{вн}}, \quad (3.24)$$

$$C_{рпр} = \frac{3630,93 \cdot 250}{60 \cdot 3760 \cdot 1} = 4,02$$

$$C_{рп} = \frac{3795,1 \cdot 250}{60 \cdot 3760 \cdot 1} = 4,23$$

где N - годовая производственная программа, шт., N = 250 шт.;

T_{шт} - трудоемкость определенной операции, мин.;

F_д - действительный годовой фонд времени работы оборудования,

$$F_d=3760\text{ч};$$

$K_{\text{вн}}$ - коэффициент выполнения норм, $K_{\text{вн}}=1,0$.

Определяем необходимое количество вспомогательных приспособлений, оборудования и рабочих и данные расчета сводим в таблицы 3.18, 3.19 и 3.20. Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования C_p до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [19]:

$$K_{30}=C_p/C_{\text{п}} \cdot 100, \quad (3.25)$$

где C_p - расчетное количество оборудования, шт.;

$C_{\text{п}}$ - принятое количество оборудования, шт.

Таблица 3.18 - Количество вспомогательного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Номер операции	Наименование оборудования	$T_{\text{ш}}$, мин	C_p , шт	$C_{\text{п}}$, шт	K_{30} , %
010-040	Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.111.00.001 СБ	3630,93	4,02	5	80,4
050-076	Позиционер	3795,1	4,20	5	84

Таблица 3.19 - Количество сварочного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Технологический процесс	T_o , мин	$C_{\text{п}}$, шт	$K_{30, \text{ср}}$
Предлагаемый	77411,87	10	82,2

Для предлагаемого технологического процесса принимаем количество сварочного оборудования в соответствии с количеством рабочих мест, где оно применяется, $C_{\text{п}}=10$ шт.

3.2.6.2 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 [20]:

$$P_{\text{сп}} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_{\text{д}} \cdot K_{\text{вн}}} \quad (3.26)$$

$$P_{\text{яв}} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_{\text{н}} \cdot K_{\text{вн}}} \quad (3.27)$$

где N - годовая программа выпуска изделия, шт., $N = 250$ шт;

$T_{\text{шт}}$ - трудоемкость технологического процесса, мин.;

$F_{\text{д}}$ - действительный фонд рабочего времени, ч $F_{\text{д}} = 1740$ ч.;

$F_{\text{н}}$ - номинальный фонд рабочего времени, ч; $F_{\text{н}} = 1981$ ч.;

$K_{\text{вн}}$ - коэффициент выполнения норм, $K_{\text{вн}} = 1$.

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 $P_{\text{п}}$.

Численность вспомогательных рабочих рассчитывается в процентах от основных рабочих по формуле [20]:

$$P_{\text{всп}} = P_{\text{сп}} \cdot \Pi / 100, \quad (3.28)$$

где $P_{\text{сп}}$ - принятое списочное число основных рабочих, чел.;

Π - процент вспомогательных рабочих, $\Pi = 25\%$.

Численность инженерно-технических работников, служащих и

младшего обслуживающего персонала определяем по формуле [12]:

$$P_{итр}=(P_{сп}+P_{всп})\times\P/100, \quad (3.29)$$

где Π для ИТР - 8%, служащих - 3%, МОП - 2%.

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.20.

Таблица 3.20 - Количество рабочих на участке

Вариант технологического процесса	Базовый	Предлагаемый
Трудоемкость $T_{ш}$, ч.	7430,03	7411,87
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих $P_{сп}$ и $P_{п}$, чел.	17,79/14	17,74/18
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	15,62/16	15,58/16
Численность вспомогательных рабочих $P_{всп}$	4,44/5	4,43/5
Расчетная/принятая численность ИТР, чел.	1,52/2	1,52/2
Расчетная/принятая числ-сть МОП, чел.	0,38/1	0,38/1
Расчетная/принятая численность контролеров, чел.	0,19/1	0,19/1

Определяем коэффициент сменности по формуле [20]:

$$k_p=P_{яв}/P_{яв1}, \quad (3.30)$$

где k_p - коэффициент сменности;

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

Для предлагаемого технологического процесса:

$$k_p=16/10=1,6.$$

3.2.7 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.

Контролю качества подвергаются работы, как на отдельных операциях, так и сборочная единица в целом. Объем и методы контроля указываются в конструкторской документации.

При газорезательных работах контролю подлежит:

- измерение размеров;
- величина шероховатости;
- состояния поверхности реза (отсутствие зарезов, выхватов).

При слесарной доработке деталей контролю подлежит:

- степень очистки поверхности листа;
- степень очистки поверхности реза;
- удаление графа;
- притупление острых кромок.

При сборке изделия контролю подлежит:

- форма и размеры сварных соединений (зазоры);
- чистота поверхностей, образующих сварное соединение;
- основные размеры, определяющие работоспособность конструкции – они должны быть указаны в КД.

При выполнении сварочных работ контролю подлежит:

- режимы сварки;
- температура предварительного подогрева;
- техника выполнения сварных швов;
- последовательность выполнения сварных швов.

При выполнении слесарной доработки изделия контролю подлежит:

- качество очистки поверхностей шва и околошовной зоны;
- удаление технологических распорок и жесткостей, доработка мест их приварки.

При осуществлении контрольной операции готовой сборочной единицы контролю подлежит:

- 100% осмотр сварных швов (ВИК);
- контроль размеров сварных швов (выборочно);
- измерение линейных размеров;
- проверка соосности.

По результатам контроля должно быть оформлено одно из решений:

-сборочная единица признана годной: на приваренной бирке с клеймом сварщика ставится клеймо контролера БТК, заполняется технологический паспорт с подписями сварщика, мастера, контролера БТК или маршрутная карта с подписями сварщика, мастера, контролера БТК;

-сборочная единица не признана годной: контролер БТК выписывает извещение о возврате с указанием несоответствий, ставит подпись и дату.

Если причиной появившихся несоответствий является сварочное оборудование, то возможность аналогичных несоответствий как минимум на трех последующих сборочных единицах необходимо проверить особо тщательно.

Перечень стандартного инструмента и вспомогательного материала, применяемого при контрольных операциях:

- | | |
|---------------------------------------|-----------------|
| - линейка 300 - 1000 | ГОСТ 427 - 75; |
| - угольник УП - 1 (Н = 160 - 1000 мм) | ГОСТ 3749 - 77; |
| - рулетка ЗПК - 2 (L = 2 - 10 м) | ГОСТ 7502 - 98; |

- линейка поверочная ШД (L = 1600 - 4000 мм)	ГОСТ 8026 - 92;
- угломер	ГОСТ 5378 - 88;
- штангенциркуль ШЦ - II - 250	ГОСТ 166 - 89;
- лупа 4 - 7 ^x	ГОСТ 25706 - 83;
- керосин	ГОСТ10227 -2013;
- мел	ГОСТ 4415 - 75.

Проверка качества сварных соединений осуществляется 2 способами: ВИК и Капиллярный метод контроля. Рассмотрим более конкретней каждый из них [14].

3.2.7.1 Визуальный и измерительный контроль (ВИК).

При выполнении сварочных работ, от самого начала и до конца, необходима проверка, подтверждающая качество результата. С течением времени эксплуатации конструкции, на которую накладывался сварочный шов, может потребоваться повторное обследование, чтобы удостовериться в сохранности соединения и безопасности использования изделия. Для этого применяется визуальный и измерительный контроль сварных соединений. Его параметры определяет ГОСТ 23479-79.

Визуальный и измерительный контроль – самая практичная разновидность методов неразрушающего контроля. Хотя бы потому, что он не требует специального оборудования, предполагает лишь использование простых и недорогих инструментов. При этом он в подавляющем большинстве случаев оказывается достаточно информативным и позволяет выявить самые разнообразные дефекты. Несмотря на всю простоту метода, реализовать его должен квалифицированный специалист, имеющий соответствующее образование. Контроль осуществляется зрительно, с

использованием оптического инструмента, измерительных приспособлений и тактильных ощущений (относится к определению шероховатости шва). Оценка и все замечания заносятся в акт освидетельствования и сохраняются [14].

ВИК сварных соединений, проводимый невооруженным глазом, помогает выявить ряд дефектов:

1. Неправильный катет шва;
2. Ошибочные пропорции относительно ширины и высоты наплавленного металла;
3. Прожоги;
4. Редкую чешуйчатость;
5. Открытые кратеры сварочной ванны;
6. Наплывы металла;
7. Подрезы высокой силой тока;
8. Изменение цвета металла (из-за перегрева или неправильного материала присадки);
9. Непроваренные участки.

Если использовать дополнительное увеличительное оборудование, то неразрушающий контроль позволяет обнаружить:

1. Трещины (продольные и поперечные);
2. Расслоения в структуре металла;
3. Коррозионные повреждения;
4. Поры из - за выходящего углерода;
5. Риски от твердых включений в сплаве;
6. Раковины;
7. Забоины;
8. Надиры;
9. Смещение шва относительно линии соединения;
10. Брак в защитных покрытиях из полимера или краски.

На подготовительных этапах неразрушающий контроль позволяет оценить насколько качественно скошены кромки под стык, и как тщательно очищена поверхность от ржавчины, краски и мусора. Этот метод контролирует и накладку маркировки или клейма на готовые швы, а так же соответствие вида клейма конкретному соединению.

Преимущества и недостатки:

Измерительный контроль сварных швов, согласно ГОСТ 23479-79, относится к первичным способам обследования, после реализации, которого принимается решение о последующей проверке иными методами. Его преимущество заключается в следующем:

1. простота проведения процедуры;
2. небольшое количество затрачиваемого времени;
3. отсутствие сложного и дорогого оборудования;
4. дает достаточно информации (лишь только то, что снаружи) относительно качества соединения;
5. легко перепроверить результат.

Контроль качества сварных швов должен проводиться как на стадии перед проведением работ, так и во время выполнения всех манипуляций, и даже после окончания рабочего процесса, для комплексной диагностики и оценки результата. Но этот метод является несовершенным, поскольку имеет и ряд недостатков:

1. при обследовании можно делать заключения основывая лишь на видимой части шва, при этом внутренне состояние остается неизвестным;
2. результат зависит от субъективной оценки и профессионализма контролера;
3. подходит только для обнаружения крупных дефектов размером до 0,1 мм.

Визуальный и измерительный контроль может проводиться на различных этапах работы. Это относится к обследованию входящих деталей

под сварку. Проверяется соответствие маркировки самому материалу, а также целостность металла (отсутствие брака при литье и прокате).

На следующей стадии контролируется сборка деталей под сварку, правильность очистки поверхности от мусора, коррозии и масла. Обращается внимание на выполнение разделки кромок, которая должна соответствовать толщине металла и сварочному току, а также виду соединения.

После окончания сварочных работ исследуются швы на все виды дефектов, которые возможно выявить визуально: раковины, подрезы, непровары, поры, трещины и т. д. Если работа заключается в наплавке нескольких слоев на изношенную конструкцию, то освидетельствование производится после выполнения каждого слоя. После окончания всех работ происходит итоговая сдача изделия с актом проверки.

ГОСТ 23479-79 указывает и на применение конкретного оборудования и инструментов для качественного исследования визуальным способом. Он делится на приборы цехового назначения, которые способны работать при температуре от +5 до +20, и приборах полевого применения, функционирующих от -55 до +55 градусов. В эти инструменты входят:

1. измерительные лупы;
2. сварочные шаблоны для проверки параметров геометрии швов;
3. угольники для проверки 90 градусов;
4. нутрометры;
5. угломеры с нониусом;
6. щупы для контроля выдержки зазоров;
7. микрометры;
8. толщинометры для определения стенок трубопроводов;
9. калибры;
10. штангельциркули;
11. линейки и рулетки.

Для надлежащего обследования и контроля необходимо хорошее освещение, поэтому у контролера всегда должен быть фонарик и дополнительные осветительные установки. В некоторых случаях применяются микроскопы и бороскопы. Это позволяет точнее определить характер дефекта и его серьезность. Если изделие находится на большой высоте, и нет возможности доставить туда специалиста, то используются бинокли различной мощности.

Визуальное изучение качества шва позволяет быстро получить информацию о его состоянии. Задействование несложного оборудования делает метод доступным во многих условиях. А своевременное проведение этого метода контроля позволит долго функционировать сварочным конструкциям.

3.2.7.2 Капиллярный метод контроля.

В контролируемом объекте с помощью капиллярной дефектоскопии выявляют:

1. нахождение поверхностных и сквозные дефектов;
2. их протяженность и направление.

Появление методов дефектоскопии поверхности связано с развитием промышленного производства. В современных условиях оборудование и инструменты изготавливают по металлосберегающим технологиям, а эксплуатируют при больших, часто максимальных нагрузках. В таких условиях именно наличие дефектов в виде трещин на поверхности представляют реальную угрозу разрушения механизма.

Капиллярные методы выявляют поверхностные и сквозные микродефекты, недоступные для визуального контроля. Их применение даёт

возможность отслеживать объекты любых размеров и форм, изготовленных из самых разных материалов, включая чёрные и цветные металлы, стекло, керамику и пластик. Очень часто капиллярная дефектоскопия является единственным доступным методом контроля конструкций и элементов из неметаллических, немагнитных, композитных и прочих многообещающих материалов. Помимо обнаружения и идентификации, контроль проникающими веществами отражает сведения о параметрах повреждения, что упрощает понимание причин его возникновения. Одним из важнейших преимуществ капиллярной дефектоскопии является высокая чувствительность, позволяющая выявлять в сварных соединениях и швах пустоты с шириной раскрытия до 0,1 мкм, пористость, трещины и свищи на пористой поверхности; сварочные и терморазрывы, шлифовочные и усталостные деформации и щели. Универсальность капиллярного метода обусловила его активное использование в мониторинге запуска и эксплуатации важных объектов в авиа- и ракетостроении, судостроении, автомобилестроении, металлургии, энергетической, нефтегазовой и химической промышленности. Аэрозольные баллончики для размещения пенетрантов сделали контроль проникающими веществами компактным и портативным. Применение метода больше не ограничивается производственными и лабораторными помещениями. Теперь он активно используется в полевых условиях для диагностики фактического состояния технически сложных объектов [14].

В зависимости от способа выполнения капиллярный контроль может быть: основным - осуществляется посредством нанесения проникающих веществ; комбинированным - использует одновременно несколько щадящих методов. Основные способы капиллярного контроля подразделяются на две группы по типу пенетрантов:

1. Проникающие растворы;
2. Фильтрующие суспензии.

По способу получения индикаторного рисунка:

1. Яркостный (ахроматический), обеспечивающий высокую ясность и четкость ахроматического следа, цветной (контрастный), обеспечивающий видимость повреждений за счёт контрастности индикаторного рисунка и фона исследуемого объекта (красно-белый метод);

2. Люминесцентный, использующий способность люминофоров светится в ультрафиолете;

3. Люминесцентно-цветной - регистрирует контраст цветного или люминесцирующего индикаторного следа на поврежденной поверхности в видимом или длинноволновом ультрафиолете.

Мероприятия по выявлению повреждений методом капиллярного контроля регулируются ГОСТ 18442-80 и предполагают поэтапное выполнение: Подготовка объекта заключается в тщательном очищении его поверхности от любых загрязнений, включая окалину, ржавчину и масла. Выбор способа очищения зависит от происхождения загрязнений и может быть механическим, растворяющим, паровым или химическим. Неорганические вещества удаляют посредством механической чистки, органические - специальными очистителями. После обработки исследуемая поверхность тщательно просушивается [14].

Промежуточное очищение требуется для удаления излишков пенетрантов водой или специальными составами, нанесенными на салфетку из гигроскопических материалов. Делают это аккуратно, удаляя вещества не из трещин, а только с исследуемой поверхности, которую после обработки просушивают естественным путём. Процесс нанесения проявителя может быть выполнен методом распыления, кистевым, погружения или обливным. Чтобы излишки проявителя не испортили индикаторные следы, его равномерно наносят 2-3 тонкими слоями. Попадая в несплошности проявитель, увеличивается и «выталкивает» краситель на поверхность. При строгом соблюдении технологии ширина контрастного рисунка настолько

превышает ширину раскрытия повреждения, что позволяет обнаружить микротрещины без применения оптических приборов.

К этапу контроля приступают после полного высыхания проявителя, когда на белом фоне выделяются дефекты контрастного (чаще всего красного) цвета. Цветовая насыщенность отражает глубину и ширину раскрытия трещин, течи и прочих деформаций. Чем она интенсивнее, тем глубже повреждение и наоборот. Несплавления в сварных швах проявляются цветными линиями, а поры - скоплениями разрозненных точек. Метод течеискания контролирует сквозные повреждения. Его особенность заключается в нанесении проникающего вещества и проявителя, как на внешние, так и внутренние поверхности исследуемой конструкции.

К реализации мероприятий капиллярного контроля допускаются специалисты со здоровым зрением без признаков дальтонизма, которые прошли специальное обучение, подкрепленное соответствующим удостоверением. Результаты визуального или оптического осмотра, допускающего применение луп и очков с увеличительными линзами, анализируются и протоколируются. По завершению контрольных мероприятий объект очищается водой или растворителем, обдувкой песком или другим абразивом.

3.2.8 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 и 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 [15].

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:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- 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:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;

- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов [15].

Директивный технологический процесс сборки и сварки основания представлен в графической части ВКР.

3.3 Конструкторская часть

3.3.1 Общая характеристика механического оборудования

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

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

Специальное сборочное приспособление позволяет улучшить качество сборки. Применение при этом пневматических прижимов

значительно сокращает вспомогательное время, особенно если требуется зажать изделие одновременно в нескольких местах.

В связи с тем, что изделие обладает значительной массой для кантовки и перемещения используется кран мостовой грузоподъемностью тонн.

3.3.2 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 [16].

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

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла.

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;

- 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.

- административно - конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [16].

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.

3.3.3 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

В участках с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [17].

Для проектируемого участка сборки и сварки основания 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.

3.3.4 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 70-75 процентов общего объема сборочно-

сварочных работ, остальные 25-30 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 25-30 процентов всего комплекса цехового оборудования.

В данной выпускной квалификационной работе в предлагаемом технологическом процессе используется приспособление сборочно - сварочное (см. ФЮРА.00001.111.00.001 СБ)

3.3.5 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

В приспособлении ФЮРА.000001.111.00.001 СБ используются пневмоприжимы для фиксации свариваемых сборочной единицы. Рассчитаем пневматический цилиндр.

Основными размерами пневматических цилиндров являются внутренний диаметр цилиндра D и ход штока [16].

Рассчитаем (предлагаемый) пневмоцилиндр 80×100 СТП406-3428-75.

Из обозначения следует, что пневмоцилиндр с внутренним диаметром $D = 80$ мм и длиной хода $L = 100$ мм.

Площадь штока пневмоцилиндра:

$$S_{\text{ш}} = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}, \quad (3.31)$$

где d – диаметр штока, мм, $d = 25$ мм [16];

Площадь пневмоцилиндра:

$$S_{\text{пл}} = \frac{\pi D^2}{4}, \quad (3.32)$$

$$S_{\text{пл}} = \frac{3,14 \cdot 125^2}{4} = 12266 \text{ мм}^2,$$

$$S_{\text{пл}} = \frac{3,14 \cdot 80^2}{4} = 5024 \text{ мм}^2,$$

$$S = S_{\text{пл}} - S_{\text{ш}} = 12266 - 11462 = 804 \text{ мм}^2,$$

$$S = S_{\text{пл}} - S_{\text{ш}} = 5024 - 4533 = 491 \text{ мм}^2.$$

Давление в пневмоцилиндре [16]:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (3.33)$$

где F – усилие на штоке пневмоцилиндра, кгс, $F = 278$ КГС [15],

$$P = \frac{680}{804} = 0,85 \text{ кгс/мм}^2 = 8,29 \text{ МПа},$$

$$P = \frac{278}{491} = 0,57 \text{ кгс/мм}^2 = 5,59 \text{ МПа}.$$

Скорость перемещения поршня цилиндра [17]:

$$v = \frac{L}{t}, \quad (3.34)$$

где L – длина хода, мм;

T – время срабатывания цилиндра, с,

$t = 5$ с.

$$v = \frac{100}{5} = 50 \text{ мм/с}.$$

Расход сжатого воздуха [17]:

$$Q = S \cdot v, \quad (3.35)$$

$$Q = 491 \cdot 20 = 9820 \text{ мм}^3/\text{с}.$$

3.3.6 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 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 [17].

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) [17].

3.3.7 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 приближенно 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 и 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 прямоочность 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 [17].

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.

3.3.8 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 представлены в таблице 3.21.

Таблица 3.21 - Планировка административно-конторских и бытовых помещений [17].

Помещения	Расчетная единица	Условия для определения требуемого количества расчетных единиц	Площадь, м ²	
			Полезная	Общая
1	2	3	4	5
Контора цеха	Рабочее место	Один стол на каждого сотрудника	-	4x3
Гардеробные	Индивидуальный шкаф 0,35x0,5 м	Один шкаф на каждого работающего по списочному составу	0,18	0,43x15
Уборные	Кабина 1,2x0,9 м	При максимальном явочном числе работающих в смену до 20 чел.	1,08	3,06x8
	Шлюз (тамбур)		-	6,8
Душевые	Кабина 0,9x0,9 м	Одна кабина на каждые 10 явочных рабочих	0,81	1,62x2
	Место для переодевания 0,7x0,5 м	Три места на каждую кабину	0,35	1x6
	Тамбур	Между душевой и раздевальной один тамбур	-	4
Помещения для приема пищи	Комната	1 м ² /чел. По явочному составу	-	1x8

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 рекомендуется располагать на достаточно большом расстоянии от уборных.

4.1 Расчёт объёма капитальных вложений

В объем капитальных вложений входит:

- стоимость технологического оборудования;
- стоимость вспомогательного оборудования;
- стоимость инструментов и инвентаря;
- стоимость эксплуатируемых помещений;
- стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности;
- сумма денежных оборотных средств.

4.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования ($K_{то}$) представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{то} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \quad (4.1)$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

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

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

Расчет сводим в таблицу 4.1

Таблица 4.1 - Стоимость технологического оборудования

№ операции	Устройство	Ц _и , руб.	Q _и , шт.	К _{тои} , руб.
010-040	Приспособление сборочно - сварочное ФЮРА.000001.111.00.001 СБ	112 567	5	562 835
010-040	Кран балка	40 000	1	40 000
050-076	Позиционер ПМ-5006	135 500	5	677 500
010-076	Пост для сварки «БАРС» Profi MIG-507DT2	103 824	10	1 038 240
Всего				2 318 575

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 [19].

Стоимость вспомогательного оборудования определим приближенно – 30 процентов стоимости технологического оборудования:

$$K_{\text{во}} = K_{\text{то}} \cdot 0,30, \quad (4.2)$$

где $K_{\text{во}}$ – стоимость вспомогательного оборудования, руб.;

$K_{\text{то}}$ – стоимость технологического оборудования, руб.

$$K_{\text{во}} = 2\,318\,575 \cdot 0,30 = 695\,572,5 \text{ руб.}$$

4.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию может быть установлена приближенно в размере 10 – 15 процентов от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

1. Инструментов всех видов (резцы, фрезы, сверла, штангенциркуль, шаблоны и т.д.) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (приспособления для крепления заготовок на станках, зажимы, тески 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.).

$$K_{ии} = K_{то} \cdot 0,15, \quad (4.3)$$

где $K_{ии}$ – стоимость инструментов и инвентаря, руб.;

$K_{то}$ – стоимость технологического оборудования, руб.

$$K_{ии} = 2\,318\,575 \cdot 0,15 = 347\,786,25 \text{ руб.}$$

4.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

$$C_{п}^{\Pi} = (S_{пп} \cdot A_{пп} + S_{сп} \cdot A_{сп}) \cdot T, \quad (4.4)$$

где $S_{пп}$, $S_{сп}$ – соответственно производственная и складская площадь, м^2 ;

$A_{пп}$, $A_{сп}$ – арендная плата 1м^2 за месяц, руб./ м^2 ;

T – отчетный период (T=12 мес.).

$$C_{II}^I = (277,46 \cdot 94 + 50,54 \cdot 94) \cdot 12 = 369\,984 \text{ руб.}$$

4.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах.

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{пзм} = \frac{H_m \cdot N \cdot C_m}{360} \cdot T_{обм} = \frac{1849 \cdot 250 \cdot 43,63}{360} \cdot 30 = 1\,680\,663,95 \text{ руб} \quad (4.5)$$

где H_m - норма расхода материала, кг/ед;

N - годовой объем производства продукции, шт.;

C_m - цена материала, $C_m = 43,63 \text{ руб./кг}$;

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

4.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{нзп}$) определяется из следующего выражения:

$$K_{нзп} = \frac{N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_r}{360} = \frac{250 \cdot 6 \cdot 100839,83 \cdot 0,90}{360} = 378149,36 \text{ руб} \quad (4.6)$$

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

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

k_r - коэффициент готовности.

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

$$C' = \frac{H_M \cdot \Pi_M}{k_M} = \frac{1849 \cdot 43,63}{0,8} = 100\,839,83 \text{ руб.}, \quad (4.7)$$

где k_M - коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия ($k_M = 0,8 \div 0,85$).

Коэффициент готовности:

$$k_e = (k_M + 1) \cdot 0,5 = (0,80 + 1) \cdot 0,5 = 0,9 \quad (4.8)$$

4.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции.

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{zn} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{zn} = \frac{100839,83 \cdot 250}{360} \cdot 7 = 490193,61 \text{ руб.}, \quad (4.9)$$

где T_{zn} - продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях.

4.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности.

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{dz} = \frac{B_{pn}}{360} \cdot T_{dz} = \frac{29999849,42}{360} \cdot 30 = 2499987,45 \text{ руб.}, \quad (4.10)$$

где B_{pn} - выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

T_{dz} - продолжительность дебиторской задолженности ($T_{dz} = 7 \div 40$), дней.

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

$$B_{pn} = C' \cdot N(1 + p/100) = 100839,83 \cdot 250(1 + 19/100) = 29999849,42 \text{ руб.}, \quad (4.11)$$

где p - рентабельность продукции ($p = 15 \div 20\%$).

4.1.9 Денежные оборотные средства.

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приблизительно принимается 10% от суммы материальных оборотных средств.

$$C_{обс} = K_{нзм} \cdot 0,10 = 315124,46 \cdot 0,10 = 31512,446 \text{ руб.} \quad (4.12)$$

Сумма капитальных вложений определяется по формуле:

$$C_{к.в.} = K_{мо} + K_{во} + K_{ии} + C_n + K_{нзн} + K_{нзн} + C_{обс} \quad (4.13)$$

$$C_{к.в.} = 2318575 + 695572,5 + 347786,25 + 314937,6 + 1680663,95 + 315124,46 + 31512,446 = 5\,704\,171,706 \text{ руб.}$$

4.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

4.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов.

Затраты на основные материалы (C_m) рассчитываются по формуле:

$$C_m = N \cdot (C_m \cdot H_m \cdot K_{мзр}) = 250 \cdot (43,63 \cdot 1849 \cdot 1,04) = 20974686,2 \text{ руб} \quad (4.14)$$

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

Расчет сводим в таблицу 4.2

Таблица 4.2 - Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_m , руб.
Деталь-представитель	20 974 686,2	0	20 974 686,2
Всего:			20 974 686,2

4.2.2 Расчёт заработной платы производственных работников.

Заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{umi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \quad (4.16)$$

где m – количество операций технологического процесса;

t_{umi} - норма времени на выполнение i -ой операции, мин/ед;

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

k_n - коэффициент, учитывающий премии и доплаты ($k_n \approx 1,5$);

k_p - районный коэффициент ($k_p=1,3$).

Таблица 4.3 - Расчёт заработной платы производственных работников

Профессия рабочего	t_{umi} , мин	Разряд	Количество	$C_{часi}$, руб.	$C_{зоi}$, руб
010 Слесарь	32,36	3	3	39,54	31 188,16
015 Сварщик	74,22	4	1	43,62	26 304,49
020 Слесарь	45,34	3	3	39,54	43 698,12
025 Сварщик	3432,35	4	1	43,62	1 122 893,30
030 Слесарь	8,36	3	1	39,54	2 685,75
040 Слесарь	22,04	3	2	39,54	14 161,251

продолжение таблицы 4.3

050 Сварщик	1432,19	4	1	43,62	507 586,03
060 Слесарь	22,83	3	2	39,54	14 668,84
065 Сварщик	2270,48	4	1	43,62	742 787,53
070 Слесарь	26,5	3	1	39,54	8 513,45
Фонд заработной платы всех рабочих					2 514 486,92

4.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих.

Отчисления на социальные нужды:

$$C_{oco} = C_{zo} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2, \quad (4.17)$$

где C_{oco} – отчисления на социальные нужды, руб.;

C_{zo} – основная заработная плата, руб.;

α_1 – обязательные социальные отчисления, $\alpha_1 = 0,3$ руб./год;

α_2 – социальное страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, $\alpha_2 = (0,03 \div 0,017)$ руб./год.

$$C_{oco} = 2\,318\,575 \cdot 0,3 \cdot 0,1 = 69\,557,25 \text{ руб./год.}$$

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 к времени полного износа.

Годовые амортизационные отчисления начисляются одним из следующих методов: линейным и нелинейным.

4.2.5 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:

$$a_{ni} = \frac{1}{T_0} \cdot 100\%, \quad (4.18)$$

где a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

T_0 – срок службы оборудования, $T_0 = (3 \div 12)$ лет.

$$a_{ni} = \frac{1}{12} \cdot 100\% = 8,33\%$$

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \cdot a_{ni}, \quad (4.19)$$

где A – сумма амортизации, руб.;

n – количество оборудования, шт.;

$$A = 16\,646\,705,32$$

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

a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования.

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

При небольшом объеме производства и не полной загрузки оборудования (оборудование загружено еще производством других видов продукции) необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на один час работы оборудования:

$$A_{\text{ч}} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot a_{\text{ни}}}{F_{\text{д}} \cdot K_{\text{эpi}}}, \quad (4.20)$$

где $A_{\text{ч}}$ – сумма амортизации, руб.;

n – количество оборудования, шт.;

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

$a_{\text{ни}}$ – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования, $F_{\text{д}} = 3602$ часов;

$K_{\text{эpi}}$ – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени.

Таблица 4.4 - Расчет амортизационных отчислений

№ операции	C_i , руб.	$a_{\text{ни}}$,	$F_{\text{дi}}$, час.	$K_{\text{эpi}}$	$A_{\text{чи}}$, руб.
010-040	562835	8,33	3602	80,4	16,18
050-075	677500	8,33	3602	84	18,65
010-075	1 038 240	10	3602	82,2	35,06
Амортизационные отчисления для всех станков $A_{\text{ч}}$					69,89

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы. $A_{\text{зи}} = C_{\text{II}}^{\text{II}} = 369\,984$ руб.

4.2.6 Расчет амортизационных отчислений зданий

Расчёт амортизации эксплуатируемых площадей производится аналогично линейным методом. Срок службы зданий и сооружений 30÷50 лет.

4.2.7 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_p = (K_{то} + K_{во}) \cdot k_{рем} + C_{п} \cdot k_{з.рем}, \quad (4.21)$$

$$C_p = (2318575 + 695572,5) \cdot 0,001 + 369984 \cdot 0,005 = 4863,91 \text{ руб}$$

Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования.

4.2.8 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [17]:

$$C_{п.с} = g_{п.с} \cdot k_{р.п.с} \cdot \Pi_{п.с}, \text{ руб/изд.} \quad (9.11)$$

где $g_{п.с}$ - масса наплавленного металла электродной проволоки для базового техпроцесса для Св-08ГСМТ $g_{п.с} = 320,74 \text{ кг}$;

для предлагаемого техпроцесса Св-08ГСМТ $g_{п.с} = 319,66 \text{ кг}$;

$k_{р.п.с}$ - коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [17], $k_{р.п.с} = 1,02$ (1,6);

$$\Pi_{п.с} = 145,66 \text{ руб/кг}$$

Для базового техпроцесса:

$$C_{п.с.} = 320,74 \cdot 1,02 \cdot 145,66 = 47653,36 \text{ руб.},$$

Для предлагаемого техпроцесса:

$$C_{п.с.} = 319,66 \cdot 1,02 \cdot 145,66 = 47492,9 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь определяем по формуле [17]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot \Pi_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./изд.} \quad (9.12)$$

где $g_{з.г.}$ – расход защитного газа, м^3 . для базового, $g_{з.г.} = 0,72 \text{ м}^3$;

$\Pi_{г.з.}$ – стоимость защитного газа, руб./ м^3 , $\Pi_{г.з.} = 62,42 \text{ руб./м}^3$;

кт.п. - коэффициент, учитывающий тип производства, кт.п. = 1,15 [18]

T_o - основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 119,93 \text{ ч.}$ - для базового варианта, $T_o = 119,77 \text{ ч.}$ - для предлагаемого варианта.

Для базового технологического процесса:

$$C_{з. г.} = 0,72 \cdot 1,15 \cdot 119,93 \cdot 82,72 = 8214,26 \text{ руб/изд.}$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$C_{з. г.} = 0,72 \cdot 1,15 \cdot 119,66 \cdot 82,72 = 8195,77 \text{ руб/изд}$$

4.2.9 Затраты на силовую электроэнергию.

Расчет затрат на электроэнергию:

$$C_{чэ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_o \cdot K_N \cdot K_{ep} \cdot K_{od} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot \Pi_{\omega}, \quad (4.24)$$

где $C_{чэ}$ – затраты на электроэнергию, руб.;

m – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

N_{yi} – установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением i -ой операции, кВт;

F_{∂} – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования, 3602-часов;

K_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,
 $K_N = 0,5$;

$K_{\partial p}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени,
 $K_{\partial p} = 0,3$

K_{oo} – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей, $K_{oo} = 0,6 \div 1,3$, принимаем $K_{oo} = 0,7$;

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода,
 $K_{\omega} = 1,06$

η – КПД оборудования, $\eta = 0,78$;

Π_{∂} – средняя стоимость электроэнергии по данным городской электросети) $\Pi_{\partial} = 3,43$ руб.

Таблица 4.5 - Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	Q_i , шт.	$C_{\partial \partial i}$, руб.
015	24,7	5	43 544,7
025	24,7	5	43 544,7
050	24,7	5	43 544,7
065	24,7	5	43 544,7
Затраты на электроэнергию для всех операций			174 178,81

4.2.10 Затраты на инструмент приспособление и инвентарь.

Стоимость инструмента для изготовления данной детали:

$$(K_{\text{ии}1} = K_{\text{ии}} \cdot 0,05 = 347786,25 \cdot 0,05 = 17\,389,31 \text{ руб.})$$

Установленна приближенно, поэтому их учет как плановые показатели включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятии затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

Расчет заработной платы вспомогательных рабочих.

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^k C_{3Mj} \cdot Ч_{врj} \cdot 12 \cdot k_{nj} \cdot k_{pj} \cdot k_y, \quad (4.25)$$

где $C_{звр}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.;

k – количество вспомогательных рабочих;

C_{3Mj} – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

$Ч_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии, чел.;

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

k_{pj} – районный коэффициент, $k_{pj} = 1,3$;

k_y – коэффициент участия работника в изготовлении детали, $k_y = 0,08$.

$$C_{зврВСП} = 7500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,08 = 12168 \text{руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овер} = C_{звр} \cdot (0,26 + 0,05), \quad (4.26)$$

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

$C_{звр}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.

$$C_{овер} = 12168 \cdot (0,3 + 0,05) = 4259 \text{руб.}$$

Заработная плата административно-управленческого персонала.

Заработная плата административно-управленческого персонала определяется по формуле:

$$C_{\text{заун}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{заун}j} \cdot \chi_{\text{аун}j} \cdot 12 \cdot k_{pj} \cdot k_{ndj} \cdot k_y, \quad (4.27)$$

где $C_{\text{заун}}$ – заработная плата административно-управленческого персонала;

k – количество административно-управленческого персонала;

$C_{\text{заун}j}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, руб.;

$\chi_{\text{аун}j}$ – численность работников административно-управленческого персонала, чел.;

k_{pj} – районный коэффициент, $k_{pj} = 1,3$;

k_y – коэффициент участия работника в изготовлении детали, $k_y = 0,02$.

k_{ndj} – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала.

$$C_{\text{заун}PYK} = 13450 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 272766 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{заун}СПЕЦ} = 11500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 233220 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{заун}} = (272766 + 233220) \cdot 0,02 = 10119,7 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{\text{оаун}} = C_{\text{заун}} \cdot (0,26 + 0,02), \quad (4.28)$$

где $C_{\text{оаун}}$ – сумма отчислений за год, руб./год;

$C_{\text{заун}}$ – заработная плата административно-управленческого персонала, руб.

$$C_{\text{оаун}} = 10119,7 \cdot (0,3 + 0,02) = 3238 \text{ руб.}$$

4.2.11 Прочие расходы.

В прочие расходы входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления на социальные фонды, платежи по обязательству страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по сертификации продукции, специальной одежды вознаграждения за изобретательства и рационализации, и др.

4.3. Экономическое обоснование технологического проекта

В разделе необходимо экономически обосновать технологический проект, таблица 4.7 т.е. сделать аналитические выводы по произведённым расчётам, также нужно указать рыночную цену продукции и определить предполагаемую прибыль, произвести расчёт рентабельности капитальных вложений и рентабельности продукции; определить критический объём реализации.

Таблица 4.6 - Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	83898,74	20974686,2
заработная плата производственных рабочих	10 057,94	2 514 486,92
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	5 796,43	69557,25

продолжение таблицы 4.6

Косвенные затраты:		
амортизации оборудования предприятия	1447,7	17372,5
арендная плата или амортизация помещений	30 832	369984
Отчисления в ремонтный фонд	405,32	4863,91
вспомогательные материалы на содержание оборудования	8195,77	2048942,5
затраты на силовую электроэнергию	14514,9	174178,81
заработная плата вспомогательных рабочих	12168	146016
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	4259	51108
заработная плата административно- управленческого персонала	22730,5	272766
отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала	19435	233220
Предполагаемая прибыль за изделие	685,88	171470

Таблица 4.7 - Основные технико-экономические показатели детали (номер детали),

Показатели	Величина
Годовая программа выпуска, шт	250
Трудоёмкость изготовления одной детали, час	124,4
Количество единиц оборудования, шт	10
Количество производственных рабочих, чел	18
Количество вспомогательных рабочих, чел	5
Количество административно-управленческого персонала, чел	1
Норма расхода материала, кг	326,055 кг
	86,23 м ³
Себестоимость одной детали, руб	466 126,57

Вывод:

В ходе выполнения работы по разделу ФМРиР был выполнен расчет прямых и косвенных затрат за год, заработной платы работников предприятия с их социальными доходами. При данной годовой программе выпуска (250 шт.) изделия основания МКЮ2Ш.41 и разработанном производственном процессе: себестоимость изделия составляет 466 126,57 руб., предполагаемая прибыль составит 685,88 руб. за одну единицу.

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места

В данной выпускной квалификационной работе в качестве объекта исследования выступает участок сборки-сварки основания крепи МКЮ2Ш.41.

Процесс сварки ведется механизированным способом в среде смеси газов $Ar+CO_2$.

Механизированная сварка производится с использованием полуавтомата «БАРС» Profi MIG-507DT2.

Количество основных рабочих на участке 18 человека (при 2 - сменном режиме работы). Площадь участка 277,46 м². Стены цеха выполнены из негорючих железобетонных блоков (в соответствии со СНиП 21-01-97), окрашенных в светлые тона.

Сварочные материалы: проволока Св-08ГСМТ, защитный газ – смесь Ar и CO_2 в соотношении 82% и 18%. Основные материалы - стали марок 14ХГ2САФД, 12ДН2ФЛ, 10ХСНД, Сталь 35Л. Перемещение деталей и сборочных единиц в границах участка производят кран-балкой грузоподъемностью 1 т, в пределах пролета – краном мостовым грузоподъемностью 5 т. На случай пожара цех оснащен запасным выходом.

Используется слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310 - 77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002, стальная щетка.

На проектируемом участке при выполнении технологического процесса существует возможность воздействия следующих вредных и опасных факторов: запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны, ультрафиолетовое излучение, инфракрасное и тепловое излучение сварочной

дуги и сварочной ванны, шум, психофизическая нагрузка на рабочего, опасность поражения электрическим током, локальная вибрация, движущиеся механизмы и оборудование.

5.2 Законодательные и нормативные документы

В данной работе использованы:

- а) ГОСТ 2310 – 77 «Молотки слесарные. Технические условия»;
- б) ГОСТ Р 54578 – 2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного воздействия»;
- в) «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (утвержден Главным государственным санитарным врачом СССР 23 февраля 1988 г. №4557 – 88);
- г) СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки»;
- д) ГОСТ 12.2.003 – 91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- е) ГОСТ 12.1.012 – 2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»;
- ж) СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»;
- и) ФЗ «Об основах охраны труда в РФ» от 17.07.1999 г. (номер 181 - ФЗ);
- к) СНиП 2.09.03 – 85 «Сооружения промышленных предприятий»;
- л) СП 1009 – 73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов»;
- м) ТУ 8572 – 017 – 00302190 – 93 «Костюмы мужские для сварщиков, защищающие от искр, брызг расплавленного металла»;

- н) ГОСТ 12.4.010 – 75 СИЗ «Рукавицы специальные»;
- п) ГОСТ 12.4.002 – 97 ССБТ «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации»;
- р) СНиП 23 – 05 – 95 «Естественное и искусственное освещение»;
- с) СНиП 2.04.02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;
- т) ФЗ №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера» от 21.12.94 г.;
- у) ГОСТ 12.4.009 – 83 «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды, размещение и обслуживание»;
- ф) СНиП 21 – 01 – 97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
- ц) СНиП 31 – 03 – 2001 «Производственные здания».
- ч) ГОСТ 30873.4 «Определение параметров вибрационной характеристики ручных машин и с ручным управлением»

5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

Данный фактор определяется и регламентируется ГОСТ Р 54578-2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. Общие принципы гигиенического контроля и оценки воздействия».

При сварке в зону дыхания работающих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твёрдой фазы окислы различных металлов (марганца, хрома, никеля, меди, алюминия, железа и др.), их оксиды и другие соединения, а также токсичные газы (окись углерода, озон, фтористый водород, окислы азота и т.д.)[20].

Данные об интенсивности выделения сварочной пыли и основных ее компонентов на участке сборки и сварки представлены в таблице 5.1

Таблица 5.1 - Данные об интенсивности выделения сварочной пыли и основных ее компонентов на участке сборки и сварки (по данным ЦСЭЛ ООО «Юргинский машзавод» на 20.01.16 г.)

Выделение сварочной пыли		Выделение компонентов сварочной пыли, мг/мин.						
г/кг	г/мин	Фторидов. г/кг	Si	Fe	Mn	Cr	Mo	Ti
наплавленных материалов								
35,1	2,2	0,16	68,0	1208,0	145,2	-	8,0	23,0

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

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.[20]

Для защиты органов дыхания, необходимо использовать средства индивидуальной защиты, к которым относятся респираторы. На данном участке сборки и сварки применяют респиратор «Лепесток»ГОСТ 12.4.028–76, который защищает органы дыхания от пылевых аэрозолей. А также каждое рабочее место оборудуется вытяжной вентиляцией, которая производит отбор загрязненного воздуха из рабочей зоны. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть

0,2÷0,5 метров в секунду.

Основным средством от повышенной запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны является применение приточно – вытяжной вентиляции.

Согласно требований СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов» многопролетных зданиях с целью предотвращения перетекания сварочного аэрозоля в помещения, где сварка не производится, пролеты вдоль линии раздела должны иметь перегородки, не доходящие до уровня пола на 2,5 м. При работе, связанной с применением защитных газов, обшивка по всему периметру не должна доходить до пола на расстояние 300 мм.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений.

Тепловые излучения (инфракрасное и ультрафиолетовое излучение).

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. 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.

В зависимости от длины волны изменяется проникающая способность инфракрасного излучения. Наибольшую проникающую способность имеет коротковолновое инфракрасное излучение (0,76-1,4 мкм), которое проникает в ткани человека на глубину в несколько сантиметров. Инфракрасные лучи

длинноволнового диапазона (9-420 мкм) задерживаются в поверхностных слоях кожи.

На проектируемом участке сборки и сварки корпуса коронки источниками ультрафиолетового и инфракрасного излучения является сварочная дуга, а также источником инфракрасного излучения является расплавленная сварочная ванна и свариваемые детали.

«Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (СН 4557-87) регламентируют данный производственный фактор.

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. Рекомендуется использование светофильтров из темного стекла ЭЗ, С4.

Шум

Параметры шума на рабочих местах определены санитарными нормами СН2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки». Допустимый уровень звукового давления на участке при эксплуатации оборудования составляет: 74÷99 дБ, что является нормой и не требует специальных средств защиты.

Источниками шума на участке сборки и сварки корпуса коронки являются: сварочные выпрямители с подающим устройством Profi TIG-507DT2; сварочная дуга; слесарный инструмент; работа электродвигателя кран – балки и крана мостового. На проектируемом участке уровень шума составляет 65...80 дБ при норме 85 дБ.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противозумные наушники по ГОСТ Р 12.4.255-2011

На данном участке используем виброизолирующие основания серии 3.901.1-17 для защиты от шума вентиляционного оборудования, вентиляторы установлены в отдельные звукоизолирующие помещения, вынесенные за пределы цеха.

Вибрация

Вибрация относится к факторам, обладающим высокой биологической активностью. Выраженность ответных реакций обуславливается главным образом силой энергетического воздействия и биомеханическими свойствами человеческого тела как сложной колебательной системы.

Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 риск, сопутствующий работе виброактивных машин, должен быть снижен до минимально возможного, а вибрационная характеристика такой машины должна быть указана в сопроводительных документах.

Согласно ГОСТ30873.4 вибрация в каждом из направлений оказывает одинаково вредное воздействие на оператора. Поэтому измерения необходимо проводить во всех трех направлениях.

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием ГОСТ 12.1.012-2004 "ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования". Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.556-96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий".

На данном производственном участке вибрацию создает ручная шлифовальная пневматическая машина ИП 2002, применяемая для зачистки деталей от брызг сварки. Вибрация в данном случае – локальная, т.е. воздействующая на отдельные части организма.

Согласно требованиям СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 предельно допустимые величины нормируемых параметров производственной локальной вибрации при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч) виброускорения – от 1,4 м/с до 89 м/с. Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими настоящие санитарные нормы более чем на 12 дБ (в 4 раза) по интегральной оценке или в какой-либо октавной полосе, не допускается.

Движущиеся механизмы

На участке применяются: кран-балка (грузоподъемностью 1,0 т·с), кран мостовой (грузоподъемностью 5 т·с), автотранспорт, то есть имеется опасность нанесения вреда человеку движущимися и вращающимися частями машин.

Опасность представляют грузы, перемещаемые с помощью стропа.

В качестве защиты необходимо проводить регулярный инструктаж рабочих по технике безопасности, все движущиеся механизмы должны быть аттестованы.

Проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м; при эксплуатации подъемно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов.

При эксплуатации шлифовальной машины — защитный кожух на шлифовальном круге.

5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380В. Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003 – 81.

На проектируемом участке применяются искусственные заземляющие устройства, которые состоят из заземлителей и заземляющих проводников. Заземлители представляют собой стальные трубы диаметром 50...70 мм с толщиной стенок 3...5 мм либо стержни из угловой стали размером 50x50x5 мм, забиваемые в землю на глубину 2...2,5 м с шагом, равным их длине, так, чтобы их верхние части были под поверхностью земли на глубине 0,5...0,8 м.

Количество заземлителей 10 шт. Сопротивление заземляющих устройств не должно превышать 4 Ом [20].

Термические ожоги.

Термические ожоги возникают вследствие непосредственного контакта с раскаленным металлом сварочной ванны, электрической дугой и пламенем газовой горелки. Для предотвращения термических ожогов кожного покрова необходимо использовать индивидуальные средства защиты.

Маска из фибры защищает лицо, в соответствии ГОСТ Р 12.4.238-2007 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 ГОСТ 12.4.250-2013.

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы со специальной противопожарной пропиткой ГОСТ 12.4.010.2013.

Согласно требований СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов» для защиты от лучистой энергии рабочих, не связанных со сваркой, наплавкой или резкой металлов, сварочные посты должны ограждаться экранами из несгораемых материалов высотой не менее 1,8 м.

Пожаровзрывобезопасность.

Пожаровзрывобезопасность производства определяется показателями пожаровзрывоопасности веществ и материалов и их агрегатным состоянием. К этим показателям относится группа горючести, температура вспышки, воспламенения и самовоспламенения, условия теплового самовозгорания.

Участок сборки и сварки относится к категории В (пожароопасный).

5.5 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

Согласно СНиП 23 - 05 - 95 "Естественное и искусственное освещение" для проектируемого участка освещенность рабочей зоны должна быть не менее 500-700 лк. На проектируемом участке освещение комбинированное естественное, то есть осуществляемое через окна в наружных стенах (боковое освещение) и через фонарь (верхнее освещение). Также предусмотрено искусственное освещение газоразрядными лампами, используемое при недостаточном естественном освещении в темное время суток.

Световой поток светильника определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta} \quad (5.1)$$

где E - заданная минимальная освещенность, Лк;

K_3 - коэффициент запаса;

S - освещаемая площадь, м²;

Z - коэффициент минимальной освещенности;

η - коэффициент использования светового потока

$E=500\text{Лм}; K_3=1,8; S=277,46\text{ м}^2; Z=1,5; \eta=0,48; \varphi=33000\text{Лм}.$

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\varphi \cdot \eta} \quad (5.2)$$

Тогда:

$$N = \frac{500 \cdot 1,8 \cdot 277,46 \cdot 1,2}{33000 \cdot 0,48} = 15,59 \text{ шт.}$$

Увеличиваем количество светильников до $N = 16$ шт.

5.6 Охрана окружающей среды

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 используют масляные фильтры типа EF-3000-4-4.6с.

Фильтр EF рассчитан на продолжительную работу при следующих климатических условиях:

- температура окружающего воздуха -30°C до 45°C;
- относительная влажность 80% при 15°C.

Эффективность фильтров данного типа составляет 95 - 98 %.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 % вредных веществ. Очистка промышленных стоков должна соответствовать требованиям СНиП 2.04.02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». Металлические отходы являются главным видом отходов на данном участке [20].

На проектируемом участке сборки и сварки корпуса коронки 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.

5.7 Чрезвычайные ситуации

На проектируемом участке могут возникнуть чрезвычайные ситуации следующих видов:

- а) транспортные аварии;
- б) пожары, взрывы;
- в) внезапное обрушение зданий и сооружений;
- г) аварии на коммунальных системах снабжения.

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с

федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны» [21].

Одной из чрезвычайных ситуаций является пожар. Пожарная безопасность - это такое состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83:

а) огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением - 2 шт;

б) песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением

- 0,5 м³;

в) кран внутреннего пожарного водопровода - 1 шт;

г) огнетушитель углекислотный ОУ-8 - 2 шт.

Для предотвращения обрушения зданий и сооружений создана

специальная комиссия, которая с периодичностью раз в полгода проводит осмотр здания и выносит предписания по необходимым мерам, а также следит за их выполнением.

5.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Размещение оборудования и организация рабочих мест на проектируемом участке выполнена согласно требованиям приведенных в ГОСТ 12.2.061-81.

Ширина проходов между оборудованием, движущимися механизмами, перемещаемыми деталями составляет 0,8м. Зоны с опасными производственными факторами огорожены, и знаки безопасности выдержаны по ГОСТ 12.4.026 -76.

В качестве материала для стен кабины используется тонкое железо, Каркас кабины сделаны из металлических труб. Дверной проем кабины закрывают брезентовым занавесом, укрепленным на кольцах.

Для отделки стен кабины применяют желтый крон, который хорошо поглощает ультрафиолетовые лучи.

На участке сборки и сварки 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 $0,2 \div 0,5$ метров в секунду.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt[3]{1500 - 21} = 1,5 \cdot 11,3 = 17,0 \text{ Вт} \quad (5.3)$$

Определим максимальное расстояние от кромки зонта до источника выделений:

$$H = 1,5\sqrt{1,2} = 1,5 \cdot 1,09 = 1,6 \text{ м} \quad (5.4)$$

Рассчитываем количество воздуха, достигающее вытяжного зонта с конвективным потоком:

$$L_K = 0.68 \cdot \sqrt{17 \cdot 1,2^2 \cdot 1,6} = 4,2 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (5.5)$$

Находим размеры вытяжного зонта:

$$A = 1,84 + 0,8 \cdot 1,7 = 3,2 \text{ м} \quad (5.6)$$

$$B = 1,1 + 0,8 \cdot 1,7 = 0,6 \text{ м} \quad (5.7)$$

Подсчитываем количество воздуха, которое должен удалять вытяжной зонт:

$$L_3 = \frac{4,2 \cdot 2,16 \cdot 2,86}{1,2} = 21,6 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (5.8)$$

Определим необходимый объём воздуха L , удаляемый от местных отсосов по формуле:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V \quad (5.9)$$

где F – суммарная площадь рабочих проёмов м^2 ;

V – скорость всасывания воздуха на рабочем участке, $\text{м}/\text{с}$; $V = 0,5 \text{ м}/\text{с}$.

$$L = 3600 \cdot 0,08 \cdot 0,5 = 144 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L = 144 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный FUK-1800/СП с двигателем типа АДМ63В2У2, мощностью 0.55 кВт.

5.9 Выводы

Для обеспечения безопасной жизнедеятельности трудового коллектива на проектируемом участке были разработаны и приняты следующие меры:

а) для устранения вредного воздействия аэрозолей, пыли, дыма на рабочих местах применяется общеобменная система вентиляции с

использованием вентилятора радиального FUK – 1800/СП с двигателем типа АДМ63В2У2, мощностью 0,55 кВт;

б) для предотвращения опасности поражения электрическим током применяется: защитное разделение сети; защитное заземление; изолирующая обувь;

в) требуемое освещение на рабочем участке обеспечивается 16 светильниками типа ОД с лампами ДРЛ-750;

г) для защиты от излучений сварочной дуги и предотвращения опасности ожогов, из-за брызг расплавленного металла, используется: термозащитная спецодежда, рукавицы брезентовые, сварочные щитки или защитные маски со светофильтрами, спецобувь, защитные ширмы;

д) для защиты от шума - противοшумные наушники типа РОСОЗМ -8, от вибрации - антивибрационные рукавицы;

е) при слесарной обработке для защиты глаз рабочих от частиц металла – очки защитные типа ЗПР, при работе шлифовальными машинами и при сварке для защиты органов дыхания рабочих – респираторы «Лепесток»;

ж) для получения оптимальных условий в теплый период года на участке необходимо установить кондиционеры, которые будут охлаждать, и увлажнять воздух в особо жаркую погоду, а для доведения температуры в холодный период до оптимальной дополнительные отопительные радиаторы и калориферы;

и) для ограничения вредного влияния психофизиологических факторов производственной среды на рабочего рекомендуется проведение специальных мероприятий, а для повышения работоспособности рабочих необходимо чередовать период труда и отдыха;

к) участок обеспечивается средствами тушения: огнетушителями порошковыми ОП-8; ящиками с песком; краном внутреннего пожарного водопровода.

Заключение

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

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

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и заменено оборудование на более дешёвый российский аналог, 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 250 изделий.

Площадь спроектированного участка - 277,46 м².

Список использованных источников

1. Сварочные аппараты // Выбор сварочного оборудования [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: https://www.vseinstruenti.ru/silovaya_tehnika/svarochnoe_oborudovanie/articles/1222
2. Выбор способа сварки // [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: <http://fccland.ru/inzhenernye-konstrukcii/683-vybor-sposoba-svarki.html>
3. Химический состав сталей // [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: <https://heattreattent.ru/hiticheskiy-sostav-stali>
4. Сварочные материалы и оборудования // Химический состав проволоки: [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: http://www.uniprofit.ru/spravka/st/hs_sv08g2so
5. Физическая свариваемость // [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
6. Определение стойкости металла // Энциклопедия по машиностроению [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: <https://tash-xxl.info/page/255037198001106230163138076088244096039246062206/>
7. Классификация свариваемости сталей // Группы свариваемости сталей [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: <http://taina-svarki.ru/svarivaetost/klassifikatsyya-staley-po-svarivaetosti.php>
8. Электрическая диссоциация // Реакции ионного обмена [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: <https://interneturok.ru/lesson/chemistry/11-klass/brastvory-i-ih-koncentraciya-dispersnye-sistemy-elektroliticheskaya-dissonaciya-gidrolizb/elektroliticheskaya-dissotsiatsiya-reaktsii-ionnogo-obtena>

9. Режимы сварки в защитных газах [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: <http://weldzone.info/technology/gas-shieldedarcwelding/400-rezhimy-svarki-v-zashhitnyx-gazax15>
10. Основные принципы сварки в CO₂ // дуговая сварка в среде защитных газов [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: <https://www.kobelco-welding.jp/russian/education-center/Fundamentals/Fundamentals02.html>
11. Серийное производство [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/131789/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D0%B5>
12. Типы производства [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: www.grandars.ru/student/ekonoticheskaya-teoriya/tip-proizvodstva.html
13. Техническое нормирование труда [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/tehnicheskoe-nortirovanie-truda.html>
14. Контроль качества [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://alfatest.ru/support/articles/kontrol-kachestva-svarnykh-shvov-i-soedineniy/>
15. Этапы разработки технологического процесса [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://delta-grup.ru/bibliot/3k/35-2.htm>
16. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя / Том 3. - М.: Машиностроение. - 1978. - С.557.
17. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1980. – 319с.
18. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc3p/292270>
19. Количество оборудования и коэффициент загрузки оборудования [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.finwords.ru/wfirs-460-1.html>
20. Расчёт численности рабочих на предприятии [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.econoty-web.org/?p=411>

21. Организация труда и рабочего места сварщика [Электронный ресурс] - Режим доступа :// <http://www.ural-k-s.ru/p/10838.html>

22. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов [Электронный ресурс] - Режим доступа :// <http://docs.cntd.ru/docutent/1200006349>