

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»

Кафедра «Сварочное производство»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ РЕШТАКА ПСН 3100

УДК 621.757:621.791:621.647.5.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А41	Фадеев К.С.		

Руководитель

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

Нормоконтроль

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
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 результата в	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.

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

Руководитель ВКР

А.В. Крюков

Студент гр. 3-10А41

К.С. Фадеев

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»
Кафедра «Сварочное производство»

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. руководителя ОПТ
М.А. Кузнецов
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A41	Фадееву Константину Сергеевичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рештака перегружателя ПСН 3100	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	31.01.2018 г. № 9/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (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.).	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).	1. Обзор литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Результаты проведенного исследования. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 5. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. ФЮРА.ПСНЗ100.157.00.000 СБ Рештак 2 х А1 2. ФЮРА.000001.157.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 2 х А1 3. ФЮРА.000001.157 ЛП План участка 1 х А1 4. ФЮРА.000003.157 ЛП Карта организации труда 1 х А1 5. ФЮРА.000004.157 ЛП Вентиляция общеобменная 1 х А1 6. ФЮРА.000005.157 ЛП Экономическая часть 1 х А1 7. Технологическая схема сборки и сварки изделия
---	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крюков А.В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А.

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

--

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А41	Фадеев К.С.		

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

Институт Юргинский технологический институт

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

Отделение промышленных технологий

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

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
на выполнение выпускной квалификационной работы

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

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

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

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

Юрга – 2019г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-10А41	Фадееву Константину Сергеевичу

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»:

Оценка стоимости производства по базовому технологическому процессу реиштака перегружателя ПСН 3100

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления
2. Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями
3. Определение затрат на основные материалы
4. Определение затрат на вспомогательные материалы
5. Определение затрат на заработную плату
6. Определение затрат на силовую электроэнергию
7. Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию

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
З-10А41	Фадеев К.С.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-10А41	Фадеев Константин Сергеевич

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:	- вредных и опасных производственных факторов, возникающих на участке сборки основания
Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	- действие выявленных вредных факторов на организм человека; - допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации); - разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты
3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	- источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.)
4. Охрана окружающей среды:	- вредные выбросы в атмосферу
5. Защита в чрезвычайных ситуациях:	- перечень наиболее возможных ЧС на объекте; - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	- проектирование системы или устройств, улучшающих условия труда
Перечень графического материала	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	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
З-10А41	Фадеев К.С.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 95 страниц, 1 рисунка, 20 таблиц, 19 источников, 3 приложений, 11 листов графического материала.

Ключевые слова: сварка плавлением, технология, режимы сварки, сила сварочного тока, сварочное оборудование, производительность, план участка, приспособление, промышленная безопасность, себестоимость.

Объектом исследования является процесс изготовления рештака перегружателя ПСН 3100.

Цель работы – разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рештака перегружателя ПСН 310.

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 3.0 и КОМПАС-3D V10 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 103 p., 1 figures, 20 tables, 19 sources, 3 annexes, 11 Graphic material.

Keywords: fusion welding technology, welding conditions, the welding current, welding equipment, performance, site plan, fixture, industrial safety, costs.

The object of research is the process of manufacturing pans loader PSN 3100.

Purpose - to develop the technology of assembly - welding, design welding equipment and land for the production of products by welding in a gas mixture.

In operation modes designed welding, welding equipment chosen, normalized assembly and welding operations. As a result of the work developed by the first process.

SRS is made in the text editor Microsoft Word 3.0 and KOMPAS-3D V10 and is represented on the disk (in the envelope on the back cover).

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Сварка – процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, пластическом деформировании или совместном действии того или другого.

Сборочная единица – изготовленное, изготавливаемое, или же подлежащее изготовлению изделие, состоящее из нескольких деталей, соединяемых в процессе его изготовления между собой в одну общую конструкцию, при помощи применения для этого различного вида сборочных операций (клепки, сварки, пайки, опрессовки, развальцовки, склеивания, сшивания).

ОШЗ – около шовная зона.

ВКР – выпускная квалификационная работа.

ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные.

ГОСТ 25616-83 – Источники питания для дуговой сварки.

ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная.

ГОСТ 8713-79 – Сварка под флюсом. Соединения сварные.

Оглавление

Введение	16
1 Обзор литературы	18
1.1 Особенности зажигания и горения дуги на малых токах при сварке в углекислом газе	18
1.2 Перенос электродного металла при сварке с импульсной подачей сварочной проволоки	18
1.3 Способ комбинированного управления процессом переноса электродного металла при механизированной дуговой сварке	19
1.4 Заключение	19
2 Объект и методы исследования	20
2.1 Формулировка проектной задачи	20
2.2 Теоретический анализ	20
3 Результаты проведенного исследования	22
3.1 Инженерный расчёт	22
3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов	22
3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки	30
3.2 Технологический раздел	39
3.2.1 Технологический анализ выбранного производства	39
3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	41
3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	43
3.2.4 Нормирование операций	44
3.2.5 Выбор технологического оборудования	47
3.2.6 Контроль технологических операций	49
3.2.7 Разработка технической документации	52
3.3 Конструкторская часть	54

3.3.1	Общая характеристика механического оборудования	54
3.3.3	Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	56
3.4		
3.4.1	Состав сборочно-сварочного цеха	58
3.4.2	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	59
3.4.3	Расчет основных элементов производства	60
3.4.3.1	Определение требуемого количества оборудования	60
3.4.3.2	Определение состава и численности работающих	61
3.4.4	Планировка заготовительных отделений	63
3.4.5	Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	64
3.4.6	Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса	65
3.4.7	Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений	66
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	69
4.1	Сравнительный экономический анализ вариантов	69
4.1.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	70
4.1.2	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	72
4.1.3	Определение затрат на основные материалы	73
4.1.4	Определение затрат на вспомогательные материалы	74
4.1.5	Определение затрат на заработную плату	75
4.1.6	Определение затрат на силовую электроэнергию	76
4.1.7	Определение затрат на сжатый воздух	77
4.1.8	Определение затрат на амортизацию оборудования	77
4.1.9	Определение затрат на амортизацию приспособлений	78
4.1.10	Определение затрат на содержание помещения	79
4.2	Расчет технико-экономической эффективности	79
4.3	Основные технико-экономические показатели участка	81

5 Социальная ответственность	82
5.1 Описание рабочего места	82
5.2. Законодательные и нормативные документы	82
5.3 Анализ выявленных вредных факторов	
проектируемой производственной среды	85
5.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	87
5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой	
среды	88
5.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	90
5.5 Охрана окружающей среды	91
5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	91
5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	92
Заключение	93
Список использованных источников	94
Приложение А. (Спецификация Рештак)	95
Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	96
Приложение В (Технологический процесс)	98
Дискета CD	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.ПСН3100.157.00.000 СБ Рештак. Сборочный	
чертеж	Формат 2-А1
ФЮРА.000001.157.00.000 СБ Приспособление сборочно-	
сварочное	Формат 2-А1
ФЮРА.000002.157 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.157 ЛП Карта организации труда на производственном	
участке. Лист плакат	Формат А1
ФЮРА.000004.157 ЛП Безопасность жизнедеятельности	Формат А1
ФЮРА.000005.157 ЛП Экономическая часть	Формат А1

Введение

Сварка широко применяется в производстве, так как резко сокращается расход металла, сроки выполнения работ и трудоёмкость производственных процессов. Достигнутые успехи в области автоматизации и механизации сварочных процессов позволяет уменьшить затраты на единицу продукции, сократить длительность производственного цикла, улучшить качество изделия.

В настоящее время сварка является одним из ведущих процессов обработки металлов. Существует множество различных видов сварки: ручная дуговая сварка; сварка в инертных активных газах; сварка под флюсом; электрошлаковая сварка; сварка давлением и т.д.

Наиболее распространена механизированная сварка в CO_2 , так как она имеет простой и эффективный технологический процесс, отличающийся гибкостью и универсальностью. Она имеет высокие технико-экономические показатели. Преимущества этого вида сварки заключается в следующем:

- высокая тепловая мощность дуги;
- высокое качество сварных швов;
- возможность сварки разнородных металлов и тонкостенных изделий.

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки рештака перегружателя ФЮРА.ПСН 3100.157.00.000 СБ. В результате проведения данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации повышающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшение условий труда.

Перед сварочным производством ставятся задачи, направленные на повышение эффективности производства. Это, прежде всего переход к массовому применению высокоэффективных систем, машин, оборудования и технологических процессов, которые могут обеспечить высокую механизацию и автоматизацию производства, рост производительности труда и связанное с этим высвобождение рабочих. 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. А это является основной задачей в современной промышленности.

1 Обзор литературы

1.1 Особенности зажигания и горения дуги на малых токах при сварке в углекислом газе

При механизированной сварке в защитных газах проволоками диаметром 0,8-2,5 мм зажигание дуги происходит после нескольких соприкосновений электрода с изделием. Это ухудшает качество начальных участков швов, приводит к значительному увеличению вспомогательного времени, сварочных материалов и электроэнергии.

Согласно ГОСТ 25616-83, допускается возбуждение дуги после трех соприкосновений электрода с изделием. У сварочных выпрямителей ВДУ число коротких замыканий при зажигании дуги 1-4, а у однофазных 2-5. В отечественных и зарубежных источниках питания для улучшения зажигания дуги применяют «горячий старт», изменение скорости подачи электродной проволоки, а также их комбинации. Способ бесконтактного зажигания дуги имеет недостатки: диаметр застывшей капли на конце вылета электродной проволоки не должен превышать полутора-двух диаметров электрода, надежность зажигания зависит от угла подхода электрода к поверхности изделия, с увеличением диаметра проволоки и скорости ее подачи зажигание ухудшается [1].

1.2 Перенос электродного металла при сварке с импульсной подачей сварочной проволоки

Разбрызгивание непосредственно связано с переносом электродного металла – важным этапом получения качественного сварного соединения при сварке плавящимся электродом в CO_2 . Известно, что разбрызгивание связано с величиной каплевого переноса электродного металла, переносимых сварочную ванну,

следовательно, для уменьшения разбрызгивания при сварке в активных газах необходимо снижать их объем. Существуют различные способы его снижения, и в частности управляемый перенос электродного металла. Последний можно разделить на способы технологические и энергетические. Одним из которых является сварка с импульсной подачей сварочной проволоки. При данном способе сварки управление величиной капель электродного металла осуществляется путем изменения шага подачи сварочной проволоки [2].

1.3 Способ комбинированного управления процессом переноса электродного металла при механизированной дуговой сварке

Совершенствование процессов механизированной дуговой сварки плавящимся электродом – актуальная задача, направленная на снижение потерь электродного металла, улучшение формы сварного соединения, повышение качества металла шва и ОШЗ, включая их служебные характеристики (механические свойства, плотность металла шва и др.). В последнее время все большее значение приобретают экономические аспекты данной проблемы.

К наиболее перспективным способам, обеспечивающим управление переносом электродного металла, а, следовательно, регулирование тепломассопереноса со снижением потерь электродного металла и влиянием на формирование сварного соединения, относятся основанные на применении источников сварочного тока с определенными алгоритмами управления (импульсных, с реализацией STT – технологии и др.), а также с импульсными алгоритмами подачи электродной проволоки [3].

1.4 Заключение

Основываясь на приведенных выше статьях, выбирается автоматическая сварка в смеси газов ($Ar + CO_2$) и автоматическая сварка под флюсом.

2 Объект и методы исследования

2.1 Формулировка проектной задачи

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

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать участок сборки и сварки рештака перегружателя ПСНЗ100. При этом произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов, расчёт режимов сварки и выбор необходимого сварочного оборудования, техническое нормирование операций, определить потребный состав всех необходимых элементов производства, произвести расчёт и конструирование оснастки, планировку участка сборки 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

Цель теоретического анализа – определение возможного повышения технологичности производственного процесса изготовления изделия, которые

напрямую влияют на улучшение технических и экономических показателей эффективности и рентабельности проектируемого производства.

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

- сократить время производственного цикла за счет применения механизированных приспособлений для сборки и сварки, а также использовать кантователь;

- произвести рациональный выбор оборудования, которое позволяет модернизировать процесс сварки за счет высокого качества оборудования.

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 рештак перегружатель. Материал деталей стали 30ХГСФЛ, 14ХГ2САФД, 10ХСНД, Ст3пс. Выбор этих сталей обусловлен необходимостью очень высокой надежности и прочности. Химический состав и механические свойства сталей 30 ХГСФЛ, 14ХГ2САФД, 10ХСНД, Ст3пс и флюса приведены в таблицах 3.1, 3.2, 3.3 и 3.4

Таблица 3.1 – Химический состав сталей 30ХГСФЛ, 14ХГ2САФД, 10ХСНД, Ст3пс [4], [5]

Сталь	Химический состав, %									
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	N ₂	As
14ХГ2САФД	0,18	1,8	0,7	0,02	0,035	0,8	0,35	0,1-0,4	0,009-0,02	-
10ХСНД	0,12	0,5-0,8	0,8-1,1	0,04	0,035	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6	-	0,08
Ст3пс5	0,14-0,22	0,4-0,65	0,05-0,17	0,05	0,04	0,3	0,3	0,3	-	-
30ХГСФЛ	0,25-0,35	1-1,5	0,4-0,6	До 0,6	До 0,05	0,3-0,5	До 0,3	До 0,3	-	0,06-0,12

Таблица 3.2 – Химический состав флюса в %

Химический состав, %						
Флюс	C	Mn	Si	P	S	Mo
P230	0,07	1,4	0,4	<0,03	<0,02	0,05

Способ сварки при разработке технологии изготовления следует выбирать таким образом, чтобы он удовлетворял всем требованиям, установленным исходными данными. Если возможно использовать несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической оценки (минимальные затраты или максимальная производительность при требуемом качестве) [6].

Таблица 3.3 – Механические свойства сталей 14ХГ2САФД, 10ХСНД, Ст3пс5, 09Г2С [4], [5]

Сталь	Механические свойства		
	Предел прочности σ_B , Н/мм ²	Предел текучести σ_T , Н/мм ²	Относительное удлинение δ_5 , %
14ХГ2САФД	590-835	490-735	16
10ХСНД	490	345	21
Ст3пс5	370-480	245	26
30ХГСФЛ	600	400	15

Таблица 3.4 – Сварочный флюс

Механические свойства			
Флюс	σ_B , Н/мм	σ_T , Н/мм ²	δ , %
P230	540	620	28

На участке сборки и сварки рештака перегружателя предложено применить механизированную сварку в смеси защитных газов и сварку под флюсом.

При сварке в смеси защитных газах 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.

Сварку ведут проволокой Св-08Г2С ГОСТ 2246-70.

Поволока Св-08Г2С 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 3.5 и 3.6

Таблица 3.5 – Химический состав в % проволоки Св-08Г2С [7]

Марка проволоки	C	Si	Mn	Cr	Al	S
Св-08Г2С	0,05-0,11	0,7-0,95	1,8-2,1	≤ 0,2	≤ 0,05	≤ 0,025

Таблица 3.6 – Механические свойства наплавленного металла [7]

Временное сопротивление разрыву, МПа	560		
Относительное удлинение, % не менее	24		
Предел текучести, МПа, не менее	448		
Работа удара Kv при испытании на ударный изгиб при сварке в среде защитных газов	T °C	-40°C	-20°C
	Минимальное среднее значение	60	80

Преимущества использования проволоки Св-08Г2С [5]:

– устойчивое горение дуги в широком диапазоне режимов сварки при использовании сварочного оборудования любого класса сложности;

- минимальное разбрызгивание электродного металла при сварке в защитных газах;
- низкий расход медных наконечников;
- повышение уровня механизации сварочных работ;
- хорошее повторное зажигание дуги (специально для роботизированной сварки).

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны используется смесь газов $\text{Ar} + \text{CO}_2$ ($\text{Ar}-80\% + \text{CO}_2-20\%$).

Смесь аргон-диоксид углерода ($\text{Ar} + \text{CO}_2$) – относится к защитным газовым смесям. В последнее время процесс электродуговой сварки плавящимся и неплавящимся электродами в среде защитных газов получил широкое распространение в промышленности. Сегодня все чаще электросварочные работы производятся не в среде чистых газов, а с применением многокомпонентных смесей на основе аргона, диоксида углерода, гелия и других промышленных газов. Опыт применения сварочных смесей доказывает, что качество сварного соединения по ряду параметров значительно превосходит качество сварки в среде чистых газов. Кроме того, использование защитных газовых смесей позволяет повысить производительность сварочных работ и снизить их себестоимость.

Применение той или иной защитной газовой смеси определяется толщиной свариваемого металла, степенью его легирования и требованиями к качеству металла сварного шва и сварного соединения в целом.

Преимущества применения защитных газовых смесей на основе аргона:

- увеличение количества наплавляемого металла за единицу времени, производительность сварки по сравнению с традиционной (в защитной среде CO_2) увеличивается в два раза;
- снижение потерь электродного металла на разбрызгивание;
- снижение количества прилипания брызг (набрызгивания) в районе сварного шва и, как следствие, уменьшение трудоемкости по их удалению;

- повышение стойкости металла сварного шва против образования горячих трещин (критическая скорость деформации при сварке в CO_2 составляет 22,5 мм/мин, при сварке в смеси $\text{Ar}/\text{CO}_2/\text{O}_2$ – 27,1 мм/мин);
- повышение пластичности наплавленного металла, особенно ударной вязкости;
- стабилизация процесса сварки и улучшение микроструктуры металла шва (снижение пористости и оксидных включений);
- использование защитных газовых смесей уменьшает расход электроэнергии и материалов на 10-15%;
- лучший внешний вид сварного шва;
- улучшение условий труда сварщика – значительно меньшее количество дыма, сварных аэрозолей сохраняют здоровье сварщика и позволяют ему длительное время работать с большим вниманием.

Смесь $\text{Ar}+\text{CO}_2$ изготавливается из высококачественных компонентов по специальной технологии, основанной на методе определения массы каждого компонента смеси и последовательном взвешивании компонентов в процессе заправки их в баллон на высокоточных электронных весах. Смесь отвечает всем требованиям ТУ 2114-004-00204 760-99. Смесь в цехе поставляется централизованно по магистрали.

Сварка под флюсом. При данном процессе электродом служит проволока, подаваемая с катушки и подводимая к месту сварки через слой флюса, наносимого по мере продвижения держателя электрода или сварочной головки. Сама дуга при этом не видна.

Сварку ведут проволокой LNS140A-32-25VCI. [5]

Проволока LNS140A выпускается диаметром от 1,6 до 4 мм. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен.

Химический состав проволоки, и механические свойства металла шва приведены в таблицах 3.7, 3.8.

Таблица 3.7 – Химический состав проволоки в %

Химический состав, %						
Проволока	C	Mn	Si	P	S	Mo
LNS 140A	0,07	1,4	0,4	<0,03	<0,02	0,05

Таблица 3.8 – Механические свойства наплавленного металла [7]

Временное сопротивление разрыву, МПа	620		
Относительное удлинение, % не менее	28		
Предел текучести, МПа, не менее	540		
Работа удара Kv при испытании на ударный изгиб при сварке в среде защитных газов	Т °С	-40°С	-20°С
	Минимальное среднее значение, Дж	47	70

Процесс сварки допускает почти полную автоматизацию и может обеспечивать высокую производительность при большой толщине свариваемых деталей. Флюс защищает сварочную ванну от воздействия внешней среды и концентрирует тепло. Расплавленный флюс, обтекая сварочную ванну, раскисляет и очищает расплавленный металл, образуя защитный слой шлака, покрывающий сформировавшийся шов. Механизм процесса сварки под флюсом: свариваемый материал и сварочная проволока расплавляются под слоем флюса. Для защиты сварочной ванны от атмосферного воздуха, а также для раскисления металла и его легирования шов предварительно засыпают толстым слоем флюса, в который погружена дуга. Флюс обеспечивает высокое качество металла шва, устраняет разбрызгивание металла, позволяет повысить сварочный ток и производительность в несколько раз по сравнению со сваркой открытой дугой.

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.

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

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью. Такие особенности сварки, как высокая температура нагрева, малый объём сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия:

- резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;
- возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;

- образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;

- 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:

- определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;

- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;

- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;

- 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.

3.1.2 Metallургические 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.

Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При сварке в $Ar + CO_2$ 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 :



С повышением температуры увеличивается количество тепла, вводимого в изделие, что способствует снижению скорости охлаждения. С увеличением содержания кислорода в смеси, время существования ванны в жидком состоянии увеличивается, что способствует более полному удалению неметаллических включений и дегазации металла сварочной ванны [8].

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 $Ar + CO_2$ 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 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 оксида 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 низкоуглеродистых сталей сварные швы без пор указанного выше состава получают при применении кремне марганцовистых электродных проволок, 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].

При сварке в CO_2 наблюдается повышенное по сравнению с другими способами сварки разбрызгивание электродного металла. Некоторая часть капель расплавленного металла, вылетающих из зоны сварки, прилипает или сплавляется со свариваемой деталью, соплом горелки и токоподводящим мундштуком. Налипание капель на поверхность сопла и токоподводящего мундштука может нарушить равномерную подачу электродной проволоки, ухудшить газовую защиту, поэтому необходимо периодически очищать сопло и токоподводящий мундштук от брызг.

Значительному снижению разбрызгивания электродного металла способствует добавление в смесь аргона – до 80 %. 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 сварные 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 среде защитных газов должны соответствовать ГОСТ14771-76. Основной металл до сборки в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений.

При сварке под флюсом сварочная дуга между концом электрода и изделием горит под слоем сыпучего вещества, называемого флюсом.

Под действием тепла дуги расплавляются электродная проволока и основной металл, а также часть флюса в зоне сварки образуется полость, заполненная парами металла, флюса и газами. Газовая полость ограничена в верхней части оболочкой расплавленного флюса. Расплавленный флюс, окружая газовую полость, защищает дугу и расплавленный металл в зоне сварки от вредного воздействия окружающей среды, осуществляет металлургическую обработку металла в сварочной ванне. По мере удаления сварочной дуги расплавленный флюс, прореагировавший с расплавленным металлом, затвердевает, образуя на шве, шлаковую корку. После прекращения процесса сварки и охлаждения металла шлаковая корка легко отделяется от металла шва. Не израсходованная часть флюса специальным пневматическим устройством собирается во флюсоаппарат и используется в дальнейшем при сварке.

При автоматической сварке под флюсом сварочная дуга горит во флюсогазовом пузыре, заполненном раскаленными газами столба дуги и парами флюса. Условия протекания металлургических процессов отличаются рядом особенностей:

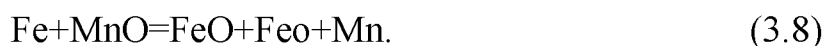
- более эффективная защита сварочной ванны от кислорода и азота воздуха (в швах, выполненных под флюсом, содержание азота не превышает 0,008%);

- объем сварочной ванны больше, чем при ручной дуговой сварке, больше и время пребывания ее в расплавленном состоянии, что способствует

более полному протеканию химических реакций между жидким металлом и шлаком;

– более устойчивая зависимость между режимом сварки и химическим составом расплавляемого металла, что позволяет с достаточной точностью и стабильностью получать заданный состав металла швов.

Одной из особенностей металлургических процессов при сварке под флюсом является легирование шва марганцем и кремнием за счет восстановления их из оксидов MnO и SiO_2 , находящихся во флюсе. В зоне сварки с высокой температурой протекают восстановительные реакции:



Образовавшийся оксид FeO частично всплывает в шлак, частично растворяется в жидком металле. Марганец и кремний полностью растворяются в металле.

В хвостовой части сварочной ванны в зоне пониженных температур протекают реакции раскисления за счет Mn и Si , имеющих большее сродство к кислороду в этих условиях, чем железо:



Получающиеся при этом оксиды соединяются между собой в комплексные легкоплавкие силикаты марганца и железа, легко всплывающие в шлак.

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 $g_{\text{зг}}$.

Стыковое соединение С8.

Соединение представлено на рисунке 3.1

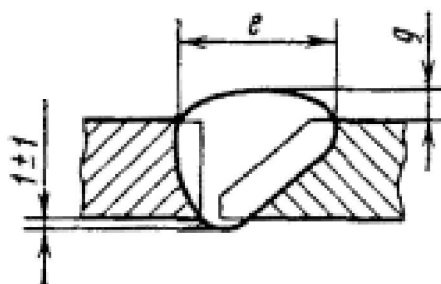


Рисунок 3.1 Соединение С8 по ГОСТ 14771-76

Расчет режима сварки производим по площади наплавленного металла.

Площадь поперечного сечения наплавленного металла шва

$$F = 312 \text{ мм}^2.$$

При диаметре проволоки 1,2 мм площадь корневого прохода равна $F = 12 \text{ мм}^2$; площадь заполняющего $F = 60 \text{ мм}^2$.

Количество проходов $n \approx 4$ шт.

Диаметр электродной проволоки определяем по формуле [9] :

$$d_{\text{эл}} = K_d \cdot F_H^{0,625}, = (0,149 \dots 0,409) \cdot 12^{0,625} = 0,96 \dots 2,21 \text{ мм.} \quad (3.11)$$

где K_d – коэффициент, учитывающий положение шва и способ сварки по уровню автоматизации;

$$K_d = 0,149 \dots 0,409.$$

Принимаем $d_{\text{эл}} = 1,2$ мм, что удовлетворяет ограничениям диаметра при сварке в смеси газов по уровню автоматизации и положения шва в пространстве [9].

Скорость сварки находим по формуле [9]:

$$V_c = \frac{15,9 \cdot d_{\text{э}}^2 + 67,4 \cdot d_{\text{э}}^{1,5}}{F} = 15,9 \cdot 1,2^2 + 67,4 \cdot 1,2^2 / 12 = 9,3 \text{ мм/с.} \quad (3.12)$$

Скорость подачи электродной проволоки рассчитываем по формуле [9]:

$$V_{\text{эл}} = 4F_H \cdot V_c / \pi \cdot d^2 \cdot (1 - \Psi_2) = 4 \cdot 12 \cdot 6,8 / 3,14 \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1) = 109 \text{ мм/с} \quad (3.13)$$

Сварочный ток по формуле [9]:

$$\begin{aligned} I_c &= D_{\text{эл}} \cdot (\sqrt{1450 \cdot d_{\text{э}} \cdot V_{\text{э}} + 145150} - 382) = \\ &= 1,2 (\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 109 + 145150} - 382) = 235,8 \text{ А.} \end{aligned} \quad (3.14)$$

При расчете режимов для смеси газов $\text{Ar} + \text{CO}_2$ необходимо вводить поправочный коэффициент $k_{\text{см}}$, $k_{\text{см}} = 1,1 \dots 1,15$ (по данным отработки режимов в лаборатории сварки ООО «Юргинский машзавод»).

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_c = 235,8 \cdot 1,1 = 259,38 \text{ А.}$$

Напряжение дуги определяем по формуле [9]:

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot I_c = 14 + 0,05 \cdot 235,8 = 25,79 \text{ В.} \quad (3.15)$$

С учетом поправочного коэффициента:

$$U_c = 25,79 \cdot 1,1 = 28,369 \text{ В.}$$

Расход защитного газа CO_2 находим по формуле [9], л/с:

$$q_{\text{зг}} = 0,0033 \cdot I_c^{0,75} = 0,0033 \cdot 235,8^{0,75} = 0,198 \text{ л/с} = 11,91 \text{ л/мин.} \quad (3.16)$$

Рассчитываем режим для сварки под флюсом.

Параметры режима сварки под флюсом следующие:

- диаметр электродной проволоки $d_{\text{эл}}$;
- сварочный ток I_c ;
- напряжение сварки U_c ;
- вылет электродной проволоки $l_{\text{в}}$;
- скорость сварки v_c ;
- скорость подачи электродной проволоки $v_{\text{эл}}$ [9].

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

Для примера производим расчёт режимов сварки для сварного шва, выполняемого в операции 015 Сварка. Сварка выполняется проволокой LNS 140A.

Диаметр электродной проволоки $d_{\text{эл}}$ зависит от глубины проплавления h_p .

Глубина проплавления равна [7]:

$$h_p = 0,35S = 0,35 \cdot 30 = 10,5 \text{ мм.} \quad (3.17)$$

где S – толщина, $S = 30$.

Математическая обработка практических рекомендаций дает выражение для расчета диаметра проволоки, мм [7]:

$$d_{\text{эл}} = (0,29 \dots 1,1) \cdot h_p, (0,29 \dots 1,1) \cdot 10,5 = 3,05 \dots 11,55 \text{ мм.} \quad (3.18)$$

В целях унификации производства выбираем проволоку $d_{\text{эл}} = 4 \text{ мм}$.

Скорость сварки v_c рассчитываем по зависимости мм/с [7]:

$$V_c = 695 \cdot d / e^2 = 4,11 \text{ мм/с.} \quad (3.19)$$

Скорость автоматической сварки рекомендуется в пределах $V_c = 4 \dots 16 \text{ мм/с.}$

Сварочный ток определяем однозначно при известных $h_p, d_{\text{эп}}, V_c$

$$I = \frac{85,4 h_p \sqrt{d_{\text{эп}} \cdot V_c}}{3,2 + 0,0285 h_p \sqrt{d_{\text{эп}} \cdot V_c}} =$$

$$= 85,4 \cdot 10,5 \sqrt{4 \cdot 4,11} / 4 + 0,0285 \cdot 10,5 \sqrt{4 \cdot 4,11} = 698 \text{ А.} \quad (3.20)$$

Расчетный сварочный ток должен находиться в пределах $I_c = (110 \dots 230) d_{\text{эп}}$

Напряжение сварки U_c определяется по формуле [9]:

$$U_c = 22 + 0,02 \cdot I_c = 22 + 0,02 \cdot 698 = 35,96 \text{ В.} \quad (3.21)$$

Вылет электродной проволоки [5]:

$$l_B = 10 \cdot d_{\text{эп}} \pm 2 \cdot d_{\text{эп}}, = 10 \cdot 4 \pm 2 \cdot 4 = 40 \pm 8 \text{ мм.} \quad (3.22)$$

Скорость подачи электродной проволоки марки LNS140A равна [7]:

$$V_{\text{эп}} = 0,32 \cdot I_c / d_{\text{эп}}^2 + 2,22 \cdot 10^{-3} \cdot I_c^2 / d_{\text{эп}}^3 =$$

$$= 0,32 \cdot 698 / 4^2 + 2,22 \cdot 10^{-3} \cdot 698^2 / 4^3 = 30,86 \text{ мм/с} = 111,1 \text{ м/ч.} \quad (3.23)$$

Аналогично проводим расчёт режимов сварки остальных швов, и полученные результаты сводим в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 – Расчет режимов

Номер шва	Тип шва	Катет шва, мм	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки (мм/с) м/ч	Количество проходов	Расход смеси, л/мин
1	У4	15	1,2	290...300	28...29	27...29	4	15...17
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Т6		1,2	230...250	25...27	27...29	10	15...17
3	С8		1,2	280...300	28...32	26...28	4	13...14
4	С12		1,2	220...260	22...28	26...28	2	13...14
5	Н1	18	1,2	280...320	28...32	27...29	8	14...15
6	н/ст		1,2	300...320	28...30	27...29	12	15...17
7	н/ст		1,2	300...320	28...30	21...24	2	18...20
8	н/ст		3	500...600	32...38	15...20	4	
9	н/ст		1,2	300...230	28...30	28...30	4	18...20

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, учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет $N = 500$ штук, а масса рештака составляет 1424 кг, заключаем, что проектируемое сварочное производство относится к типу серийного [10].

3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции

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

Операция 005 Комплектование

Подборка деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте.

Операция 010 Слесарно-сборочная

Установить на приспособление боковины и днище, выдержать размеры.

Операция 015 Сварка

Прихватить детали в порядке установки.

Произвести перед сваркой подогрев околошовных зон св. швов №8

Проварить корень шва механизированной сваркой в смеси газов.

Заварить св. швы №.8 Сварку производить автоматической сваркой под флюсом. САВС 314-2SAW на приспособлении ФЮРА.000001.157.00.000 СБ.

Операция 020.Слесарная

Зачистить сварной шов

Операция 025 Перемещение

Переместить сб. ед. 1 на рабочее место №2.

Операция 030 Сборочно-сварочная

Установить днище, планки и пластики в размеры. Выдержать днище в одной плоскости с допуском 3 мм. Планки и пластики устанавливаем в размеры.

Операция 035 Сварка

Приварить детали и сборочные единицы.

Операция 040 Перемещение

Переместить сб. ед. 1 на рабочее место №3.

Операция 045 Слесарная

Произвести зачистку сварных швов от брызг.

Операция 050 Контроль

Произвести контроль на собираемость. Технологичность сварной конструкции.

Технологичность сварных конструкций – одно из главных условий ускорения научно-технического прогресса в сварочном производстве, снижение металлоёмкости и энергоёмкости, себестоимости, повышения их качества и надёжности [9].

Сварная конструкция считается технологичной, если она сконпонована из такого количества элементов, с приданием им таких размеров и форм, применением таких видов и марок материалов и оборудования, оснастки и методов организации производства, которые при заданном объёме выпуска и полном выполнении эксплуатационных функций обеспечивают простое и экономичное изготовление конструкций, узлов и деталей, судят, прежде всего, по их себестоимости. К технологичным изделиям обычно относятся конструкции с самой низкой себестоимостью, а сварные конструкции из большого числа металлоёмких элементов, изготовление которых известными способами и средствами невозможно, либо вызывает затруднение и усложнение технологических операций, повышения трудоёмкости, увеличение производительности цикла и повышение себестоимости относят нетехнологичным.

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

Перечень показателей технологичности сварных конструкций устанавливается в зависимости от состава и характера факторов, к которым относятся: 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; объем трудоёмких подгоночных операций; использование новых материалов.

Оценка технологичности

Технологичность – совокупность свойств конструкции, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объёма выпуска и условий выполнения работ [9].

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

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

Использование прессы или гильотинных ножниц позволяет обеспечить достаточно хорошее качество кромок, что позволяет не применять дополнительной механической обработки для обеспечения необходимого качества кромок.

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

Применение сборочных и сборочно-сварочных приспособлений 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 кран-балки и крана мостового.

Основная сборка рештака производится на сборочном приспособлении. Для выполнения сварочных работ используют сборочно-сварочные приспособление.

Некоторые операции по сборке и сварке элементов рештака производятся на сварочной плите.

Слесарные операции и контроль выполняют на слесарной плите.

Базовый технологический процесс сборки и сварки рештака выполняются механизированной сваркой в среде углекислого газа и аргона. Она обладает значительной производительностью процесса, при этом значительно снижает разбрызгивание и улучшает механические свойства и качество сварных швов. В результате чего снижается трудоёмкость операций по очистке поверхностей от сварочных брызг, что понижает себестоимость изготавливаемого изделия.

В разрабатываемом технологическом процессе изготовления рештака для повышения качества сварных соединений и снижения трудоемкости изготовления изделия на операции 015 применяется автоматическая сварка под слоем флюсом САВС 314-2SAW.

3.2.4 Нормирование операций

Техническое нормирование – является основой правильной организации труда и заработной платы, а технические нормы времени – основным критерием при расчёте потребного количества и загрузки оборудования и определение числа рабочих [11].

Норма штучного времени $T_{ш}$, мин, для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [11]:

$$T_{ш} = T_{н.ш.к} \cdot L + t_{ви}, \quad (3.24)$$

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

L – длина свариваемого шва по чертежу, м;

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

Неполное штучно-калькуляционное $T_{н.ш.к}$ определяется по формуле:

$$T_{н.ш.к} = (T_o + t_{вш}) \cdot [1 + (a_{обсл} + a_{от.л} + a_{п-з})/100], \quad (3.25)$$

где T_o – основное время сварки, ч;

$t_{вш}$ – вспомогательное время сварки, зависящее от длины сварочного шва, мин;

$a_{обсл}$; $a_{от.л}$; $a_{п-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные нужды, подготовительно-заключительную работу, процент к оперативному времени.

Для механизированной сварки в защитном газе плавящимся электродом сумма коэффициентов $(a_{обсл} + a_{от.л} + a_{п-з})$ составляет 27 % [11].

Основное время для сварки в защитном газе определяется по формуле:

$$T_o = F \cdot \gamma / I \cdot \alpha_n, \quad (3.26)$$

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

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³; (при сварке сталей она составляет 7,8 г/см³);

α_n – коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Для примера определим норму времени согласно операции 020 технологического процесса сборки и сварки рештака.

Исходные данные:

– марки сталей: 14ХГ2САФД, 10ХСНД, Ст3пс и 30ХГСФЛ

– марка электродной проволоки: Св-08Г2С;

- сварной шов стыковой;
- шов №2 ГОСТ 14771-76 – Т6
- длина шва – 1700 мм;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла шва $F=254\text{мм}^2$
- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при механизированной сварке легированных сталей в среде углекислого газа и аргона составляет $\alpha_n = 15 \text{ г}/(\text{А}\cdot\text{ч})$.

Из расчёта режима сварки принимаем величину сварочного тока $I=240\text{А}$

При сварке в среде углекислого газа и аргона $K_{\text{ш}} = 1$.

Определяем основное время сварки по формуле:

$$T_o = (F \cdot \gamma) / (I \cdot \alpha_n \cdot K_{\text{ш}}) = (254 \cdot 7,8) / (240 \cdot 15) = 0,6 \text{ ч.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле (3.25), с учётом того, что $t_{\text{вн}}$ согласно картам составляет 0,5 мин.

$$T_{\text{н.шт.к}} = (0,6 + 1,4) \cdot 1,27 = 2,54 \text{ ч.}$$

Норму штучного времени определяем по формуле (3.24)

$$T_{\text{шт}} = 1,7 \cdot 2,54 = 4,3 \text{ ч.}$$

Проведем расчет норм времени для предлагаемого технологического процесса. Результаты сведем в таблицу 3.10.

Таблица 3.10 – Нормы времени на изготовление рештака

Базовый тех. процесс			Предлагаемый тех. процесс		
№ опер	Наименование операции	$T_{\text{шт}}, \text{ч}$	№ опер.	Наименование операции	$T_{\text{шт}}, \text{ч}$
005	Комплектовочная	–	005	Комплектовочная	
010	Слесарно-сборочная	0,68	010	Сборочно-сварочная	0,41
015	Сварка	5,11	015	Сварка	2,87
020	Слесарная	0,41	020	Слесарная	0,35
025	Сварка	5,11	025	Перемещение	0,02

Продолжение таблицы 3.10

№ опер	Наименование операции	T _ш , ч	№ опер.	Наименование операции	T _ш , ч
030	Сборка	0,74	030	Сборочно- сварочная	0,4
035	Сварка	3,12	035	Сварка	8,92
040	Слесарная	0,82	040	Перемещение	0,02
045	Слесарно- сборочная	0,13	045	Слесарная	0,48
050	Сварка	8,88	050	Контроль	0,81
055	Слесарная	0,81			
060	Контроль	0,81			
	Итого	23		Итого	13,52

3.2.5 Выбор технологического оборудования

На рассматриваемом участке сборки и сварки рештака для сварки под флюсом применяют установку автоматической сварки под флюсом CABC 314-2SAW, полуавтомат Idealarc DC-1000 и источник питания Idealarc DC-1000. Их технические характеристики представлены в таблицах 3.11, 3.12.

DC-1000 – профессиональный источник питания, предназначенный для сварки в тяжёлых условиях. Устройство имеет дополнительную герметичную защиту сверхчувствительных элементов от пыли и потока воздуха, необходимого для охлаждения аппарата. Устройство имеет дополнительную герметичную защиту сверхчувствительных элементов от пыли и потока воздуха, необходимого для охлаждения аппарата. При проектировании механизма подачи проволоки NA-5, особое внимание уделено надежности, размерам, а также простоте эксплуатации. Результат – это прочная конструкция, где снаружи расположены только главные переключатели и

элементы регулировки, а остальные элементы находятся внутри механизма подачи проволоки. В стандартной комплектации механизмы подачи оснащены прочной тележкой для использования в тяжёлых условиях [7].

Таблица 3.11 – Технические характеристики источника питания [7]

Наименование	Свароч. ток / Напряж. / ПВ	Сетев. предох.	Диапазон рег. свароч. тока	Габаритные размеры ВхШхД (мм)	Вес (кг)
DC-1000	1140A/45B/60% 1000A/44B/100%	193/112 /97 А	16-46V 150-1300A	781x572x991	372

Таблица 3.13 – Технические характеристики CABCS 314-2SAW [7]

Наименование	Данные
1	2
Колея рельсового пути, мм CABCS 314-2SAW	1430
Сварочная скорость, м/час	
Тележка	10-40
Консоль	10-120
Сварочный ток при ПВ 100% , А	1000
Род тока питающей сети	Переменный 3-х фазный
Частота тока, Гц	50
Напряжение, В	380
Установленная мощность, кВА	120

Продолжение таблицы 3.13

Габаритные размеры установки CABC 314 – 2 SAW, мм, не более:	
длина (по консоли)	6650
ширина	2580
высота	4200
Наибольшая грузоподъемность, кг, не более	10000
Масса установки CABC 314-2SAW, кг, не более	6000

3.2.6 Контроль технологических операций

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

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [12].

Под дефектом понимают каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям.

Дефекты в сварных соединениях по происхождению можно разделить на:

- металлургические;
- технологические.

Металлургические дефекты возникают при изготовлении отливок и дальнейшей их прокатке или прессовании.

К технологическим дефектам относят дефекты, полученные при механической и термической обработке материалов, а также формообразовании свариваемых элементов методами гибки, штамповки и т.д.

К технологическим дефектам относятся также и сварочные дефекты, которые классифицируют на дефекты подготовки, сборки и самого процесса сварки.

Дефекты в сварных соединениях можно разделить на три группы:

1. дефекты – несплошности сварного шва или сварных точек (на их долю приходится примерно 50% всех дефектов);
2. дефекты – искажения формы и отклонения геометрических размеров сварного шва или сварных точек (примерно 25% всех дефектов);
3. дефекты – несоответствия химического состава и структуры металла сварного шва или зоны термического влияния.

Дефекты – несплошности сварки плавлением классифицируются по следующим признакам:

1. по возможности выявления:

- явные;
- скрытые.

2. по возможности устранения:

- исправимые;
- неисправимые.

3. по протяжённости:

- одиночные (отдельные);
- непротяжённые (расположены компактно);
- протяжённые (вытянутые в линию).

Дефекты формы и размеров шва:

- неравномерность шва;
- бугристость шва;
- грибовидность;
- боковые выплески металла;
- вогнутость корня шва;
- смещение сваренных кромок;
- резкий переход от шва к основному металлу;

- ослабление лицевой поверхности шва.
- вогнутость корня шва;
- несоответствие геометрических размеров сварного шва

Дефекты, нарушающие сплошность сварных соединений:

- непровары;
- трещины:
- поверхностные;
- внутренние;
- сквозные;
- разветвленные;
- поры;
- шлаковые включения;
- кратеры;
- прожоги;
- наплывы;
- подрезы шва
- свищи.

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

Проверка качества сварки в готовом изделии производится визуальным и измерительным контролем (РД 03-606-03). Визуально выявляют несоответствие шва геометрическим размерам и наружные дефекты, отмечают места дефектов. Далее происходит замер геометрических параметров сварного шва и определение размеров наружных дефектов универсальным шаблоном сварщика (УШС-3), шаблоном сварщика (ШС-2) [21].

Визуальный и измерительный контроль является первой контрольной операцией по приемке готового сырья узла или изделия. Им подвергают все сварные швы независимо от того, как они будут испытаны в дальнейшем.

Перед осмотром сварной шов и прилегающую к нему поверхность основного металла по обе стороны очищают от шлака, застывших брызг металла, окалины и других загрязнений. Швы осматривают невооруженным глазом или применяя лупу с увеличением до 10 раз по всей их протяженности и (в случае доступности) обязательно с двух сторон. При недостаточном освещении используют карманные фонари или переносные электрические лампочки.

Результаты внешнего осмотра позволяют предположительно судить о местах расположения внутренних дефектов и их характере.

Качество сварного соединения в значительной мере характеризуется размерами сварных швов.

Для проверки размеров сечения у стыковых швов замеряют их ширину, высоту усиления и размер обратной подварки; в угловых швах, соединениях внахлестку и втавр, – катет шва. Значения этих величин, а также допускаемые отклонения устанавливаются техническими условиями или ГОСТами.

Вопрос о том, в какой степени допустимы те или иные дефекты, выявляемые внешним осмотром и обмерами сварных швов, оговаривается в технических условиях на изготовление изделий.

Эти меры в полной мере обеспечивают достаточно хорошее качество изделия. На участке сборки и сварки рештака ФЮРА.ПСН3100.157.00.000 осуществляются следующий метод контроля качества: визуальный и измерительный контроль.

3.2.7 Разработка технической документации

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

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки 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.

Разработка технологических процессов включает:

- расчленение изделия на сборочные единицы;
- установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
- 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.

Документация производственных технологических процессов сборки и сварки рештака представлена в приложении к пояснительной записке.

3.3 Конструкторская часть

3.3.1 Общая характеристика механического оборудования

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

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют 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. Широкое применение получили пневматические прижимы, воздухом малого давления (0,4 МПа).

Однако, при таком давлении размер цилиндра, необходимого для

обеспечения заданного усилия сжатия, могут оказаться значительными, поэтому часто прибегают к использованию дополнительной рычажной или клиновой системы.

Основными требованиями к сборочно-сварочным приспособлениям являются:

- свободный доступ к деталям;
- обеспечение рациональной последовательности сборки;
- обеспечение минимального числа кантовых изделий;
- безопасность в работе;
- прочность и жесткость приспособления.

В связи с тем, что изделие обладает небольшой массой использовать мостовой кран для кантовки изделия нецелесообразно, поэтому на проектируемом участке предлагается использовать кран-балку грузоподъемностью до 2 тонны.

Кран-балка – это легкие мостовые краны, у которых подъемным механизмом является тельфер, передвигающийся по нижним полкам двутавровой балки. Кран-балка позволяет производить подъем и перемещение груза вдоль пролета.

Подкрановые пути представляют собой двутавровую балку, проложенную по продольным стенам цеха или пролета на специальных колоннах. Перемещение кран-балки осуществляется от электродвигателя. Управление кран-балкой с приводом от электродвигателя осуществляется с пола с помощью кнопок пульта управления. Применение кран-балок обеспечивает довольно высокую степень механизации подъемно-транспортных операций.

3.3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в

развитии технического прогресса являются комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства. Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30 процентов общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75 процентов приходятся на долю сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью, так называемого механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75 процентов всего комплекса цехового оборудования [13].

В данной выпускной квалификационной работе в предлагаемом технологическом процессе используются сборочно-сварочные приспособление для сборки и сварки рештака.

3.3.3 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

Описание и расчёт винтовых прижимов приспособления.

Закрепление свариваемого изделия в сварочном приспособлении осуществляется винтовыми прижимами. Они удерживают основание во время вращения кантователя вокруг оси вращения. Основные детали винтового прижима – неподвижный винт и соединенная с рукояткой гайка. Вращением рукоятки производится вращение гайки, которая закручиваясь давит на прижим. Прижим, в свою очередь, прижимает основание к столу. Резьбовые прижимы – самые распространенные в конструкции приспособлений. Резьба может применяться самая разнообразная, но рекомендуется метрическая. Такая резьба, обеспечивая условие самоторможения, имеет сравнительно большой

шаг, что обеспечивает достаточное быстроедействие прижима. Усилие зажима P , H , определяется по формуле:

$$P = W \cdot L / r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + 0,3 \cdot \mu \cdot d_1 \quad (3.27)$$

где W – усилие на ключе или рукоятке;

d_1 – диаметр торца;

r_{cp} – средний радиус резьбы, мм;

α – угол подъема витка резьбы;

φ – угол трения в резьбовой паре (для метрической резьбы $\varphi = 6^\circ 34'$);

μ – коэффициент трения на торце винта, $\mu = 0,1$;

L – вылет ключа или рукоятки, мм.

Допускаемое усилие зажима определим по формуле:

$$Q = 0,4 \cdot R_z \cdot d^2 = 0,4 \cdot 900 \cdot 2,0^2 = 1440 \text{ Н} \quad (3.28)$$

где R_z – допускаемое напряжение на разрыв, кг/см²;

d – наружный диаметр резьбы.

Усилие зажима P , передаваемое винтом, должно удовлетворять условию $P < Q$.

Определим усилие зажима, передаваемое винтом. Для прижима диаметром 20 мм усилие на рукоятке $W=5,7$ кг.; средний радиус резьбы $r_{cp}=9,35$ мм.; вылет рукоятки $L = 0,21$ м.; угол подъема винтовой линии $\alpha = 2^\circ 28'$.

$$P = 5,7 \cdot 0,21 / 9,35 \cdot \operatorname{tg}(2^\circ 28' + 6^\circ 34') + 0,3 \cdot 0,1 \cdot 20 = 575,2 \text{ Н}$$

Условие $P < Q$ выполняется.

Общая масса рештака 1424 кг. Значит для удержания рештака в перевернутом состоянии достаточно шести прижимов. Применение в конструкции шести прижимов гарантирует безопасную работу.

3.4 Пространственное расположение производственного процесса

3.4.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [14].

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, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции; административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [14].

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

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

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

3.4.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

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

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [14].

Для проектируемого участка сборки и сварки решается принимаемая схема компоновки производственного процесса с продольным направлением

производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран – балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

3.4.3 Расчет основных элементов производства

3.4.3.1 Определение требуемого количества оборудования

Необходимое количество оборудования определяется по формуле:

$$C_p = N_r \cdot T_{шт} / F_d \cdot K_{вн}, \quad (3.29)$$

где N_r – годовая программа выпуска изделия, шт., $N = 500$ шт;

$T_{шт}$ – норма штучного времени на изготовления изделия, мин.;

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

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

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

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле:

$$K_{зо} = C_p / C_{п} \cdot 100, \quad (3.30)$$

где C_p – расчетное количество оборудования, шт;

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

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.14

Таблица 3.14 – Количество производственного оборудования

Номер операции	Наименование оборудования	Т _ш , ч	С _р , шт	С _п , шт	К _{зо} , %
Базовый технологический процесс					
010-025	Приспособление	7,53	1,3	2	50
030-050	Плита	15,56	2,08	3	69
055	Плита	081	0,1	1	10
Предлагаемый технологический процесс					
010-025	Приспособление сборочное (ФЮРА.000001.070.00.000 СБ)	4,28	0,57	1	57
030-040	Плита	9,72	1,29	2	64
045	Плита	0,48	0,06	1	6

3.4.3.2 Определение состава и численности работающих

Состав, рабочих в сборочно-сварочном цехе, подразделяется на следующие группы:

- основные производственные рабочие;
- вспомогательные рабочие;
- инженерно-технические работники (ИТР);
- младший обслуживающий персонал (МОП).

Общее, требуемое для участка списочное и явочное количество производственных рабочих, определяется по формулам:

$$P_{яв} = T_{г} \cdot \Phi_{н} = N / \Phi_{н}, \quad (3.31)$$

$$P_{яв} = N / \Phi_{д.л.}, \quad (3.32)$$

где N – годовая программа выпуска изделия, шт., $N = 500$ шт.;

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени, равен 1987 ч.;

$\Phi_{д.л}$ – действительный фонд времени рабочих, равен 1749 ч;

$P_{яв}$ и $P_{сп}$ – расчетные значения соответственно явочного и списочного состава производственных рабочих.

Остальные категории работников рассчитываем в процентном соотношении от списочного количества рабочих:

- вспомогательные рабочие – 25% от количества основных рабочих;
- ИТР – 6% от суммы основных и вспомогательных рабочих;
- младший обслуживающий персонал (МОП) – 2% от суммы основных и вспомогательных рабочих;
- контролеры качества продукции – 1% от суммы основных и вспомогательных рабочих.

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.15

Таблица 3.15 – Количество рабочих на участке

Вариант технологического процесса	Базовый	Предлагаемый
1	2	3
Трудоемкость $T_{ш}$, ч.	24,0	14,52
Расчетное / принятое списочное число основных рабочих $P_{сп}$ и $P_{п}$, чел.	7,81/8	5,1/6
Расчетное / принятое явочное число основных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	6,05/7	4,66/5
Расчетное / принятое число вспомогательных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	3/3	1,5/2
Расчетная / принятая численность ИТР, чел.	0,6/1	0,48/1
Расчетная / принятая численность МОП, чел.	0,2/1	0,16/1
Расчетная / принятая численность контролеров, чел.	0,1/1	0,08/1

Определяем коэффициент сменности по формуле:

$$k_p = P_{\text{яв}} / P_{\text{яв1}}, \quad (3.33)$$

где k_p – коэффициент сменности;

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

Для базового технологического процесса:

$$k_p = 7/3 = 2,3.$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$k_p = 5/2 = 2,5.$$

3.4.4 Планировка заготовительных отделений

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

Заготовительные отделения для данной компоновки, когда пролеты сборочно-сварочного и заготовительного отделений составляют продолжения один другого, планируют в следующем порядке:

- из общего количества различных сортов металла, подлежащего обработке в заготовительном отделении, выделяют группы сходных сортаментов, поддающихся обработке на одинаковых группах станков;
- общее количество станков различных типоразмеров подразделяют на количество групп, равное установленному выше количеству групп подлежащих обработке сортаментов металла;
- 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 [14].

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) [14].

3.4.5 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков

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

При детальном проектировании основным методом уточнения указанных параметров плана отделений сборки 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 прямоточность производства, но также достигнуть наилучшего использования грузоподъемности транспортных средств.

В схеме компоновки цеха с продольным направлением производственного потока процессы как узловой, так и общей сборки, и сварки каждого изделия расположены в одних и тех же продольных пролетах, специализация которых осуществляется по производству отдельных типов

заданных для изготовления изделий. В связи с этим для рассматриваемой схемы планировки цеха необходимое число пролетов зависит от количественного соотношения заданных к производству изделий разных типов. В таком случае требуемое число пролетов можно приближенно оценить на основе их специализации с уточнением его в процессе последующего размещения оборудования и рабочих мест на плане проектируемого цеха [14].

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

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

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

3.4.6 Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса

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

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

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

Количественный уровень (степень) механизации выражают в процентах и вычисляют по формуле [15]:

$$C_m = \frac{k \cdot T_m}{T_{nm} + kT_m} \cdot 100\% = \frac{2 \cdot 721,8}{120 + 2 \cdot 721,8} \cdot 100\% = 92\% \quad (3.34)$$

где T_m – трудоемкость работ, выполняемых механизированным способом, мин.,
 $T_m = 721,8$ мин.;

T_{nm} – трудоемкость работ, выполняемых немеханизированным способом,
 $T_{nm} = 120$ мин;

k – коэффициент повышения производительности труда на данном участке,
 $k = 2$ [16].

Качественный уровень механизации производственного процесса можно определить по формуле [10]:

$$U_m = C_m(1 - 1/k) = 92(1 - 1/2) = 46\%. \quad (3.35)$$

3.4.7 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений

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

Правила проектирования административно-конторских и бытовых помещений изложены в «Санитарных нормах проектирования промышленных

предприятий». Перечень этих помещений, а также расчетные нормы требуемой площади для данного участка сборки и сварки основания представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Планировка административно-конторских и бытовых помещений

Помещения	Расчетная единица	Условия для определения требуемого количества расчетных единиц	Площадь, м ²	
			Полезная	Общая
Контора цеха	Рабочее место	Один стол на каждого сотрудника	-	4х3
Гардеробные	Индивидуальный шкаф 0,35х0,5 м	Один шкаф на каждого работающего по списочному составу	0,18	0,43х15
Уборные	Кабина 1,2х0,9 м Шлюз (тамбур)	При максимальном явочном числе работающих в смену до 20 чел.	1,08	3,06х8
			-	6,8
Душевые	Кабина 0,9х0,9 м	Одна кабина на каждые 10 явочных рабочих	0,81	1,62х2
	Место для переодевания 0,7х0,5 м	Три места на каждую кабину	0,35	1х6
	Тамбур	Между душевой и раздевальной один тамбур	-	4
Помещения для приема пищи	Комната	1 м ² /чел. По явочному составу	-	1х8

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 [17].

4.1 Сравнительный экономический анализ вариантов

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение предназначен для экономической оценки производственного процесса.

Разработка технологического процесса изготовления рештака ФЮРА. ПСН 3100.157.00.000 СБ допускает различные варианты решения.

Существует базовый вариант изготовления рештака, который используется на ООО «Юрмаш».

При замене базового варианта технологического процесса сборки и сварки на новый, необходимо обосновать экономическую эффективность, достигнутую при внедрении предлагаемого варианта.

Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение заданной годовой программы выпуска продукции. Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле [17]:

$$C_{\text{прив}} = C_{\text{год}} + E_n \cdot K, \quad (4.1)$$

где $C_{\text{год}}$ - себестоимость годового объема продукции, руб./изд.;

$E_n=0,15$ – норма эффективности капитальных вложений, руб/год;

K – суммарные капитальные вложения, руб./изд.

Проведем технико-экономический анализ сравнения базового и предлагаемого вариантов. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления рештака приведена в таблице 3.10.

По данным таблицы можно сделать вывод, что предлагаемый технологический процесс и разработанная технологическая оснастка значительно снижает трудоемкость изготовления рештака.

Годовой экономический эффект от выбранного варианта организации производства определяется по разности приведенных затрат по формуле:

$$\mathcal{E} = C_{\text{прив}}^1 - C_{\text{прив}}^{11}, \quad (4.2)$$

где $C_{\text{прив}}^1 - C_{\text{прив}}^{11}$ – приведенные затраты по сравнительным вариантам, руб./год.

Расчет объемов капитальных вложений

Капитальные вложения представляют собой выражаемые в денежной форме единовременные затраты на создание новых и реконструкцию, модернизацию действующих основных фондов и образование запасов оборотных средств.

Капитальные вложения K , обычно учитываемые при сопоставлении различных сборочно-сварочных процессов, укрупнено можно представить в виде суммы следующих затрат:

$$K = K_{co} + K_{np} + K_{зд}, \quad (4.3)$$

где K_{co} – капитальные вложения в сварочное оборудование, руб.;

K_{np} – капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и другую оснастку, руб.;

$K_{зд}$ – капитальные вложения в здания, руб.

4.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [17]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (4.4)$$

где K_{co} – капитальные вложения в сварочное оборудование, руб.;

n – количество типоразмеров оборудования;

C_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед.;

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2018 и сводятся в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Капитальные вложение в сварочное оборудование

Наименование оборудования	Цена единицы оборудования C_{oi} , руб.	Кол-во оборудования n , шт.	K_{co} , руб.
Базовый технологический процесс			
Magtronik 500W, ESABFeed 48-4 м13	180233	3	540699
ИТОГО			540699
Предлагаемый технологический процесс			
Idealarc DC-1000	700000	1	700000
MIG-357DT2 "Барс"	129088	3	387264
ИТОГО			1087264
* при цене 1euro 73 руб.			

Капитальные вложения в приспособления определяем по формуле [17]:

$$K_{np} = \sum_{j=1}^m K_{npj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj}, \quad (4.5)$$

где K_{np} – капитальные вложения в сварочные приспособления и другую оснастку, руб.;

m – количество типоразмеров приспособлений;

K_{npj} – стоимость приспособления j-го типоразмера, руб.;

Π_j – количество приспособлений j-го типоразмера, ед.;

$\mu_{пj}$ – коэффициент загрузки j-го приспособления.

Расчеты капитальных вложений в сборочно-сварочные приспособления и оснастку сведены в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		Количество, шт.	Капитальные вложения, руб.	Количество, шт.	Капитальные вложения, руб.
Плита слесарная	53500	4	214000	3	160500
Приспособление сборочно-сварочное	105000	2	210000	-	
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.157.00.000 СБ	105400	-	-	1	105400
ИТОГО	-	-	234000	-	265900

4.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [17]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{Oi} \cdot h \cdot k_B \cdot \mu_{Oi} \cdot \Pi_{зд}, \quad (4.6)$$

где S_{O_i} – площадь, занимаемая единицей оборудования, $\text{м}^2/\text{ед.}$

Для базового техпроцесса: $S_1=6 \text{ м}^2$.

Для предлагаемого техпроцесса: $S_1=2,25 \text{ м}^2$ и $S_2=6 \text{ м}^2$,

h – высота производственного здания, м, $h = 12 \text{ м}$ [18];

k_B – 1,75...3,00 – коэффициент, учитывающий вспомогательную площадь проходов, проездов и хранения деталей (меньшие значения относятся к крупногабаритным изделиям);

$\Pi_{зд}$ – стоимость 1м^3 здания на 01.01.2018 для цеха № 58 составляет, $\Pi_{зд}=940 \text{ руб} / \text{м}^3$.

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	$K_{здо}$, руб./год.
Базовый технологический процесс	
	1065960
Предлагаемый технологический процесс	
	947520

4.1.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на основной материал определяем по формуле [17]:

$$C_m = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot \Pi_{md}, \quad (4.5)$$

где C_m – затраты на присадочные материалы, руб./изд.;

h – число наименований (типоразмеров) электродных и присадочных материалов, применяемых при сварке изделия;

G_d – вес наплавленного металла при сварке изделия электродным материалом d -го типоразмера, кг/изд.;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла, $k_{nd}=1,15$;

Π_{md} – средняя оптовая цена стали на 01.01.2018, руб./кг.:

Для стали 10ХСНД, $\Pi_m = 38,75$ руб./кг, $m_m = 1$ кг.;

Для стали 14ХГ2САФД, $\Pi_m = 45$ руб./кг, $m_m = 508,8$ кг.;

Для стали Ст3, $\Pi_m = 30$ руб./кг, $m_m = 9,8$ кг.;

Для стали 30ХГСФЛ, $\Pi_m = 73,78$ руб./кг, $m_m = 688$ кг.;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.} = 1,04$.

$$C_{мприн.} = 1,04 \cdot (38,75 \cdot 1 + 45 \cdot 508,8 + 30 \cdot 9,8 + 73,78 \cdot 688) \cdot 1,3 = \\ = 100033,66 \text{ руб./изд.}$$

4.1.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [17]:

$$C_{п.с.} = g_{п.с.} \cdot k_{р-п.с.} \cdot \Pi_{п.с.} = 42,3 \cdot 1,02 \cdot 59,06 = 2548,2 \text{ руб.} \quad (4.6)$$

где $g_{п.с.}$ – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, $g_{п.с.} = 42,3$ кг.;

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

$\Pi_{п.с.} = 59,06$ руб. – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С- Ø1,2.

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [17]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot k_{т.п.} \cdot \Pi_{г.з.} \cdot T_0, \quad (4.7)$$

где $g_{з.г.}$ – расход смеси, $g_{з.г.} = 11,91 \text{ м}^3$;

$k_{т.п.}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$;

$\Pi_{г.з.}$ – стоимость смеси, $\Pi_{г.з.} = 51,17 \text{ руб./м}^3$;

Для базового технологического процесса:

$$C_T = 11,91 \cdot 1,15 \cdot 51,17 \cdot 24 = 1682,4 \text{ руб./изд.}$$

Для предполагаемого технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 9,07 \cdot 1,15 \cdot 51,17 \cdot 14,52 = 774,97 \text{ руб.}$$

Затраты на флюс определяются по формуле [17]:

$$C_{п.с.} = g_{п.с.} \cdot k_{р-п.с.} \cdot Ц_{п.с.} = 21,45 \cdot 1,02 \cdot 104,36 = 2283,29 \text{ руб.} \quad (4.8)$$

где $g_{п.с.}$ – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов,

$$g_{п.с.} = 21,45 \text{ кг.};$$

$k_{р-п.с.}$ – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки,

$$k_{р-п.с.} = 1,02;$$

$Ц_{п.с.} = 104,36 \text{ руб.}$ - стоимость сварочного флюса.

4.1.5 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [17]:

$$C_{з.п.сд} = (T_C \cdot \Sigma T_{ш}) \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_p \cdot [1 + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) / 100], \quad (4.10)$$

где T_C – тарифная ставка на 01.01.2015, руб., $T_C = 43,62 \text{ руб.}$;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$$K_d = 1,15;$$

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии, $K_{пр} = 1,5$;

K_p – районный коэффициент, $K_p = 1,3$;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 30%.

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих по базовому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (43,62 \cdot 23) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8 / 100) = 793,5 \text{ руб./изд.}$$

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (43,62 \cdot 13,52) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8 / 100) = 480,1 \text{ руб./изд.}$$

4.1.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

В основу расчета норматива затрат на силовую электроэнергию положена формула [17]:

$$C_{э.с.} = (N_y \cdot K_N \cdot K_{вр} \cdot K_{од} \cdot K_{\omega} / \eta) \cdot Ц_{\text{э}} \cdot T_0 / 60, \quad (4.11)$$

где N_y – установочная мощность источника питания сварочной дуги для базового технологического процесса $N_y = 64 \text{ кВт}$;

K_N и $K_{вр}$ – средние коэффициенты загрузки источника питания по мощности и по времени, $K_N = 0,7$ и $K_{вр} = 0,3$;

$K_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы, $K_{од} = 1$;

K_{ω} – коэффициент потерь электроэнергии в сети завода, $K_{\omega} = 1,08$;

η – КПД оборудования, $\eta = 0,92$;

$Ц_{\text{э}}$ – средняя стоимость электроэнергии по данным ООО «Юргинский машзавод», $Ц_{\text{э}} = 1,7 \text{ руб.}$

Затраты на электроэнергию по базовому технологическому процессу:

$$C_{э.с.} = 595,564 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{э.с.} = 379,114 \text{ руб.}$$

4.1.7 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [17]:

$$C_{\text{возд}} = g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} \cdot k_{\text{тп}} \cdot \Pi_{\text{возд}} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,19811 = 0,27 \text{ руб./изд.} \quad (4.12)$$

где $g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}}$ – расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$k_{\text{тп}}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{\text{тп}} = 1,15$.

Для изготовления одного рештака расход воздуха составляет:

$$g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} = 1,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\Pi_{\text{возд}} = 0,19811 \text{ руб./м}^3, \text{ стоимость воздуха на 01.01.2015 г.};$$

4.1.8 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [17]:

$$C_{a0} = \Pi_0 \cdot n \cdot \mu \cdot a_p \cdot r / N, \quad (4.13)$$

где Π_0 – цена единицы оборудования;

n – количество оборудования;

a_p – норма годовых амортизационных отчислений на восстановление оборудования, %, принимаем 19,4 %;

μ – коэффициент, учитывающий нормативную нагрузку оборудования;

r – коэффициент затрат на ремонт оборудования, равный 1,15... 1,20.

Амортизация оборудования приведена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Затраты на амортизацию сварочного оборудования

Наименование оборудования	Вариант технологического процесса			
	Базовый		Предлагаемый	
	$a_p, \%$	$C_{ao},$ руб./ед.год.	$a_p, \%$	$C_{ao},$ руб./ед.год.
Magtronik 500W, ESABFeed 48-4 м 13	11	525	-	-
Idealarc DC-1000, MIG-357DT2 «Барс»	-	-	11	483 255

4.1.9 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяется по формуле

$$C_{an} = C_{np} \cdot n \cdot \mu \cdot a_p / N, \quad (4.14)$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	$C_{np}, \text{руб.}$ $C_{рл}, \text{руб.}$	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		$C_{п}, \text{шт.}$	$C_{ап},$ руб./ед.год	$C_{п}, \text{шт.}$	$C_{ап},$ руб./ед.год
Плита слесарная	53500	1	20,75	1	41,51
Приспособление сборочное	105000	2	81,48	-	-
Приспособление сборочное	105400	-	-	1	40,89
ИТОГО			102,23		82,40

4.1.10 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [17]:

$$C_{\Pi} = \frac{S \cdot \mu_{oi} \cdot \Pi_{\text{ср.зд.}}}{N_{\Gamma}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.15)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 207 \text{ м}^2$ – для базового варианта, $S = 178 \text{ м}^2$ – для предлагаемого варианта;

$\Pi_{\text{ср.зд.}}$ – среднегодовые расходы на содержание 1 м^2 рабочей площади, руб./год.м, $C_{\text{ср.зд.}} = 250 \text{ руб./год м.}$

Затраты на содержание здания по базовому технологическому процессу:

$$C_n = \frac{207 \cdot 1 \cdot 250}{500} = 103,5 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

По предлагаемому варианту:

$$C_n = \frac{178 \cdot 1 \cdot 250}{500} = 89 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

4.2 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле [17]:

$$Z_{\Pi} = C + \epsilon_{\text{н}} \cdot K, \quad (4.16)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб./ед.;

$\epsilon_{\text{н}}$ – норма эффективности дополнительных капитальных затрат,

$\epsilon_{\text{н}} = 0,15 \text{ (руб./ед)/руб.}$,

K – капитальные вложения, руб./ед.год.

Себестоимость продукции за год определяется по формуле [17]:

$$C = C_M + C_{B.M.} + C_{ЗП.сд.} + C_{эс} + C_a + C_{a.пр} + C_{зд}, \quad (4.17)$$

где C_M - затраты на основной материал, руб.;

$C_{B.M.}$ - затраты на вспомогательные материалы, руб.;

$C_{ЗП.сд.}$ - затраты на заработную плату основных рабочих, руб.;

$C_{эс}$ - затраты на силовую электроэнергию, руб.;

C_a - затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_{a.пр}$ - затраты на амортизацию приспособлений, руб.;

$C_{зд}$ - затраты на содержание помещения, руб.

Капитальные вложения находим по формуле [17]:

$$K = K_0 + K_{пр} + K_{здо}, \quad (4.18)$$

Определим количество приведенных затрат по базовому технологическому процессу:

$$K = 594768 + 263500 + 233089,92 = 1091357,92 \text{ руб./изд. год,}$$

$$C = 500 \cdot (100033,66 + 3929,9 + 793,5 + 595,564 + 525 + 102,23 + 103,5) = \\ = 53041677 \text{ руб./изд. год,}$$

$$З_{п}^1 = 53041677 + 0,15 \cdot 1091357,92 = 53205380,68 \text{ руб./изд. год.}$$

Определим количество приведенных затрат по предлагаемому технологическому процессу:

$$K = 1195990 + 212500 + 199791,36 = 1608281,36 \text{ руб./изд. год,}$$

$$C = 500 \cdot (100033,66 + 3820,26 + 480,1 + 379,114 + 483 + 82,4 + 89) = \\ = 52683767 \text{ руб./изд. год,}$$

$$З_{п}^2 = 52683767 + 0,15 \cdot 1608281,36 = 52925009,2 \text{ руб./изд. год.}$$

Рассчитаем величину экономического эффекта по формуле [17]:

$$\mathcal{E} = З_{п}^1 - З_{п}^2, \quad (4.19)$$

$$\mathcal{E} = (З_{п}^1 - З_{п}^2) / N. \quad (4.20)$$

Величина экономического эффекта от выпуска годовой производственной программы:

$$\Xi = 53205380,68 - 52925009,2 = 280371,4 \text{ руб./изд. год.}$$

Величина экономического эффекта на единицу изделия составит:

$$\Xi = 53205380,68 - 52925009,2 / 500 = 560,7 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов показали, что предлагаемый технологический процесс изготовления рештака дает положительный экономический эффект.

4.3 Основные технико-экономические показатели участка

1. Годовая производственная программа, шт	500
2. Средний коэффициент загрузки оборудования	60
3. Производственная площадь участка, м ²	178
4. Количество оборудования, шт.	4
5. Списочное количество рабочих, чел.	6
6. Явочное количество рабочих, чел	5
7. Количество рабочих в первую смену, чел.	3
8. Количество вспомогательных рабочих	2
9. Количество ИТР	1
10. Количество МОП	1
11. Количество контролеров	1
12. Разряд основных производственных рабочих	4
13. Экономический эффект от внедрения нового технологического процесса, руб./изд.	506,7 руб.

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка рештака перегружателя. При изготовлении рештака осуществляются следующие операции: сборка, сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона и автоматическая под флюсом, слесарные операции.

Сварочные работы на проектируемом участке производятся в отдельном помещении - на сварочном участке.

Сварка рештака производится на сборочно-сварочном приспособление.

Межоперационные перемещения осуществляются кран-балкой, остальные производят цеховым мостовым краном.

Количество основных рабочих на участке – 6 человек при 2-х сменном режиме работы. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона. Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом.

В качестве сварочных материалов используются - сварочная проволока Св-08Г2С, LNS140A и смесь газов. В качестве основного металла – стали марки 14ХГ2САФД, 10ХСНД, Ст3пс, 30ХГСФЛ. Вес изделия 1424 кг, габариты 1580x1362x310.

5.2. Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех

сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

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

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

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от

21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.

ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.

ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.

Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.

Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

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

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

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

5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток. [18]

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

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

Источником выделения вредных веществ также может быть краска, грунт или покрытие, находящиеся на кромках свариваемых деталей и попадающие в зону сварки. Для уменьшения выделения вредных веществ поверхности свариваемых деталей должны при необходимости зачищаться от грунта и покрытия по ширине не менее 20 мм от места сварки. [18]

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

На участке сборки и сварки изготовления основания применяем общеобменную приточно-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 необходимый объем воздуха L , удаляемый от местных отсосов по формуле [18]:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V = 3600 \cdot 0,04 \cdot 0,5 = 72 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5.1)$$

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

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

Из расчета видно, что объем воздуха удаляемый от местных отсосов на площади равной $158,62 \text{ м}^2$ составляет $L = 72 \text{ м}^3/\text{с}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный FUK – 2700 SP с двигателем типа АИР 80В2У3, мощностью 2,2 кВт.

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- сварочное оборудование;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2 \text{ кг}$) ГОСТ 2310 - 77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364 – 80, молоток рубильный МР – 22.

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

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [19].

Мероприятия по борьбе с шумом.

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

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противозумовые наушники. [19]

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [19].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке. [18]

5.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой. [19]

5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

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

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

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять $0,5-6 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин.}$ [18]

2. Защита от сварочных излучений.

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

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

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

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

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

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск. [18]

3. 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. В них определены требования к основным

элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

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

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 10 Ом.

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

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 миллиметров. [18]

5.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация основания на приспособлениях, а также контроль за правильностью страховки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов. [18]

5.5 Охрана окружающей среды

1. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки основания ФЮРА.ПСН 3100.157.00.000 СБ используют масляные фильтры. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95÷98 процентов.

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

2. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

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

5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

Разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

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

5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

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

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

Кондиционирование предполагает автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения воздуха) обеспечения оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса [18].

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

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки рештака ФЮРА.ПСН 3100.157.00.000СБ, на котором совместно с мостовым краном используются одну кран-балки грузоподъемностью $Q=2\text{т.}$, предназначенной для исключения простоев в работе, вызванных ожиданием цехового крана.

Для сборки-сварки рештака в целом применены приспособления ФЮРА.000002.157.00.000 СБ. В результате перечисленных нововведений время изготовления рештака сократилось на 6,48 ч.

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

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

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 178 м^2 .

Средний коэффициент загрузки оборудования – 60%;

Экономический эффект на годовую программу – 560,7 рублей.

Список использованных источников

1. Р.А. Мейстер, канд. техн. наук, А.Р. Мейстер. Особенности зажигания и горения дуги на малых токах при сварке в углекислом газе. Сварочное производство. 2013. №7. стр. 30-32.
2. П.П. Проценко, Н.Т. Привалов Влияние легирующих элементов на перенос электродного металла при дуговой сварке в защитных газах. Автоматическая сварка 1999 №12 С. 29-33.
3. Б.Е. Патон, В.А. Лебедев, Я.И. Микитин, Способ комбинированного управления процессом переноса электродного металла при механизированной дуговой сварке Сварочное производство 2006 №8 С. 27-31.
4. Марочник сталей и сплавов. М.: «Машиностроение», 2003. – 784 с.
5. Хромченко Ф.А. Справочное пособие электросварщика. – 2-е изд., испр. – М: Машиностроение, 2005. – 416 с.; ил.
6. Федько В.Т. Дуговая сварка плавлением. – Учебное пособие. Издательство Томского политехнического университета, 1994. – 240 с.
7. Портал «Lincoln Electric» // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lincolnelectric.info/ru/catalogue/ezhgosmetiz/prov-m/omed/3159/> – Заглавие с экрана.
8. Аснис А.Е., Гутман Л.М. и др. Сварка в смеси активных газов. – Киев. «Наукова думка», 1982, – 216 с.
9. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением: учебное пособие / В.И. Васильев, Д.П. Ильященко. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 96 с.
10. Технологическая инструкция по изготовлению сварных конструкций изделий горношахтного оборудования инв. №2815. Под ред. Ковалева Г.Д., 2006г – 29 с.
11. Ахумов А.В. Справочник нормировщика. – Ленинград, «Машиностроение», 1986, – 458 с.

12. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
13. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500 «Оборудование и технология сварочного производства». – Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000. – 24 с.
14. Томас К.Н., Ильященко Д.П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» 2011. – 247 с.
15. Кисаримов Р. А. Справочник сварщика. – М.: ИП РадиоСофт, 2007 – 288 с.
16. Костин А.М. Сварочные материалы – «НУК», 2004. – 225 с.
17. Н. Жданова. Организация производства и менеджмент: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства» - Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005. – 32 с.
18. Куликов О.Н. Охрана труда при производстве сварочных работ: Академия, 2006 – 176 с.
19. Девисилов В. А. Охрана труда. Ученик для студентов учреждений среднего профессионального образования. – М.:ФОРУМ: ИНФРА – М, 2003. – 400 с.: ил.