

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

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

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ РЕШТАКА КОНВЕЕРА КСЮ 271.38Л

УДК 621.757:621.791:621.647.5.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А41	Кладов М. И.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Зернин Е. А.	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	Подпис ь	Дата
ОПТ	Кузнецов М.А.	К.Т.Н.		

Юрга – 2019 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Ко д результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P1 0	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

Ко д результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
1 P1	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.
2 P1	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.
3 P1	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.
4 P1	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 3-10А41

М. И. Кладов

Руководитель ВКР

Е. А. Зернин

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

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

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

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A41	Кладову Максиму Игоревичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рештака конвеера КСЮ 271.38Л	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	31.01.2019 г. №9/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1 ФЮРА.КСЮ.271.38Л.513.00.000 СБ Рештак. Сборочный чертеж 1 лист (А1). 2. ФЮРА.000001.513.00.000 СБ Приспособление сборочно- сварочное 3 лист (А1). 3. ФЮРА.000002.513.00.000 СБ Сварочная установка (А1) 4. ФЮРА.000003.513 ЛП План участка 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.513 ЛП Карта организации труда на производственном участке. Лист плакат 1 лист(А1). 6. ФЮРА.000005.513 ЛП Безопасность жизнедеятельности 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000006.513 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1)
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Зернин Е. А.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков Д.Г.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Зернин Е. А.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А41	Кладов М. И.		

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

Институт Юргинский технологический институт
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»
 Отделение промышленных технологий
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2018 – 2019 учебного года)

Форма представления работы:

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

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

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Зернин Е. А.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

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

Юрга – 2019 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А41	Кладову Максиму Игоревичу

Инс титут	Юргинский технологиче ский институт	Отделение	Промышленны х технологий
Уро вень обр азования	Бакалавриат	Направление/специ альность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:
<i>Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР) / научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:
<i>1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР / НИ</i>
<i>2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР / НИ; составление бюджета ИР / НИ; краткое описание основных рисков проекта</i>
<i>3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР / НИ; расчет вложений в основные и оборотные фонды</i>
<i>4. Планирование показателей по труду и заработной плате (расчет штатного расписания, производительности труда, фонда заработной платы)</i>
<i>5. Проектирование себестоимости продукции; обоснование цены на продукцию</i>
<i>6. Расчет прибыли, технико-экономическое обоснование и экономическая оценка проекта</i>
<i>7. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР / НИ</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)
<i>1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Д ата
Доцент ОЦТ	Лизунков В.Г.	К.П.Н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Д ата
3-10А41	Кладов М. И.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А41	Кладову Максиму Игоревичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки бесстыкового пути на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Вредные выбросы в атмосферу.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А41	Кладов М. И.		

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- ТУ 2114-004-00204760-99 – Смеси газовые.
- ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная.
- ГОСТ 8050-85 – Двуокись углерода газообразная и жидкая.
- ГОСТ 10157-79 – Аргон газообразный и жидкий.
- ГОСТ 19281-73 – Сталь низколегированная сортовая и фасонная.
- ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения

сварные.

- ТУ 304-20-14-91 – Резак инжекторный Р2-01.
- ГОСТ 2310-77 – Молотки слесарные. Технические условия.

В данной работе использовались следующие сокращения:

- ЧС – чрезвычайная ситуация;
- НОТ – научная организация труда;
- ИТР – инженерно – технические работники;
- МОП – младший обслуживающий персонал;
- СИЗ – средства индивидуальной защиты;
- НД – нормативная документация;
- КД – конструкторская документация;
- ТД – технологическая документация;
- БТК – бюро технического контроля.

Краткие обозначения:

σ_b – временное сопротивление разрыву (предел прочности при растяжении), МПа.

$\sigma_{0,2}$ – предел текучести условный, МПа.

ψ – относительное сужение, %.

δ_5 – относительное удлинение после разрыва, %.

KCU – ударная вязкость.

Оглавление

Введение	15
1 Обзор литературы	17
1.1 Применение защитных газов в сварочном производстве	17
1.2 Смесь газов Ar+O ₂	17
1.3 Смесь газов Ar+CO ₂	19
1.4 Смесь газов Ar+O ₂ +CO ₂	20
1.5 Смесь газов Ar+He+CO ₂	23
1.6 Смесь газов Ar+He+CO ₂ +O ₂	23
1.7 Вывод	24
2 Объект и методы исследования	25
2.1 Формулировка проектной задачи	25
2.2 Теоретический анализ	26
3 Расчеты и аналитика	27
3.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов	27
3.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки	35
3.3 Расчёт режимов сварки	38
3.4 Технологический раздел	42
3.4.1 Технологический анализ выбранного производства	42
3.4.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	44
3.4.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	47
3.4.4 Нормирование операций	48
3.4.5 Выбор технологического оборудования	51
3.4.6 Контроль технологических операций	53
3.4.7 Разработка технической документации	57

3.5 Конструкторский раздел	58
3.5.1 Общая характеристика механического оборудования	58
3.5.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	60
3.5.3 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	61
3.6 Пространственное расположение производственного процесса	63
3.6.1 Состав сборочно-сварочного цеха	63
3.6.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	65
3.6.3 Расчет основных элементов производства	65
3.6.3.1 Определение требуемого количества оборудования	65
3.6.3.2 Определение состава и численности работающих	66
3.6.4 Планировка заготовительных отделений	67
3.6.5 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	68
3.6.6 Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса	70
3.6.7 Расчет и планировка административно - конторских и бытовых помещений	71
3.7 Организационный раздел	73
3.7.1 Выбор и обоснование прогрессивных форм организации производства	73
3.7.2 Меры по совершенствованию организации труда и управлению производственным процессом	74
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	78
4.1 Финансирование проекта и маркетинг	78
4.2 Сравнительный экономический анализ вариантов	78
4.2.1 Расчет необходимого количества производственного оборудования	80
4.2.2 Расчет численности производственных рабочих	81
4.2.3 Определение удельных капитальных вложений в оборудование и приспособления	83
4.2.4 Определение удельных капитальных вложений в здание,	

занимаемое оборудованием и приспособлениями	85
4.2.5 Определение затрат на основной материал	86
4.2.6 Определение затрат на вспомогательные материалы	87
4.2.7 Определение затрат на заработную плату	88
4.2.8 Определение затрат на силовую электроэнергию	88
4.2.9 Определение затрат на сжатый воздух	89
4.2.10 Определение затрат на амортизацию оборудования	90
4.2.11 Определение затрат на амортизацию приспособления	90
4.2.12 Определение затрат на ремонт оборудования	91
4.2.13 Определение затрат на содержание здания	92
4.3 Расчет технико-экономической эффективности	93
4.4 Основные технико-экономические показатели участка	94
5 Социальная ответственность	96
5.1 Характеристика объекта исследования	96
5.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов на данном участке	97
5.3 Обеспечение требуемого освещения на участке	100
5.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата участка. Вентиляция и кондиционирование	101
5.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	102
5.6 Психофизиологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном участке	103
5.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени	104
5.8 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды	105
5.9 Заключение	106
Заключение	107
Список использованных источников	108
Приложение А. (Спецификация Рештак)	110

Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	111
Приложение В (Спецификация Сварочная установка)	112
Приложение Г (Технологический процесс)	113
Диск CD-R	В конверте на обложке
Графический раздел	На отдельных листах
ФЮРА.КСЮ.271.38Л.513.00.000 СБ Рештак. Сборочный чертеж	Формат А1
ФЮРА.000001.513.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное	Формат 3-А1
ФЮРА.000002.513.00.000 СБ Сварочная установка	Формат А1
ФЮРА.000003.513 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000004.513 ЛП Карта организации труда на производственном участке. Лист плакат	Формат А1
ФЮРА.000005.513 ЛП Безопасность жизнедеятельности	Формат А1
ФЮРА.000006.513 ЛП Экономическая часть	Формат А1
Технологическая схема сборки и сварки изделия	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 решётки конвейера забойного ФЮРА.КСЮ.271.38Л.513.00.000 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 Применение защитных газов в сварочном производстве

Разработки дуговых способов сварки в активных защитных газах плавящимся и неплавящимся электродом начались в Институте электросварки им. Е. О. Патона в 30-х гг. прошлого века и не прекращаются до сих пор. Развитие и широкое промышленное применение сварки в активных защитных газах активизировалось после того, как в СССР впервые в мире был предложен и разработан способ сварки в углекислом газе плавящимся электродом. До этого препятствием для применения углекислого газа в качестве защитной атмосферы прежде всего являлось порообразование в швах. Причиной пористости было кипение металла сварочной ванны от выделения монооксида углерода вследствие недостаточной ее раскисленности. Применение сварочных проволок с повышенным содержанием кремния типа Св-08ГС и Св-08Г2С устранило этот недостаток и дало возможность широко использовать углекислый газ в сварочном производстве [1].

1.2 Смесь газов Ar+O₂

Улучшить процесс сварки и избавиться от некоторых недостатков, связанных с применением чистого аргона, можно путем добавки к нему кислорода. Добавка к аргону 3...5 % O₂ и применение сварочной проволоки, легированной кремнием и марганцем, позволяет повысить стойкость к образованию пор в швах на спокойной, полуспокойной и кипящей стали. Наличие в аргоне кислорода практически не изменяет форму дуги, однако значительно улучшает стабильность ее горения и благоприятно влияет на характер переноса электродного металла, а вследствие снижения его

поверхностного натяжения число капель, переносимых в единицу времени, возрастает. Мелкокапельный (струйный) перенос достигается при более низком значении сварочного тока по сравнению с применением чистого аргона при практически полном отсутствии разбрызгивания.

Содержание кислорода в смеси $\text{Ar}+\text{O}_2$ может изменяться от 0,5 до 5,0%. Для сварки углеродистых и низколегированных сталей оптимальное содержание кислорода в смеси составляет 3...5 %. Эта смесь обеспечивает хороший внешний вид швов и высокий уровень механических свойств металла шва, особенно ударной вязкости при отрицательных температурах. При содержании более 5 % кислорода резко возрастают потери легирующих элементов, а технологические характеристики процесса сварки остаются без изменений. Вместе с тем смесь $\text{Ar}+\text{O}_2$ так же, как и чистый CO_2 , неприменима при сварке неплавящимся электродом ввиду разрушения последнего и загрязнения металла шва оксидами вольфрама.

Смеси $\text{Ar}+\text{O}_2$, содержащие минимальное количество кислорода (1...2 %), имеют ограниченное применение при сварке ферритных сталей и в основном используются для сварки аустенитных сталей. Это можно объяснить тем что, во-первых, их получают путем смешивания дорогостоящих чистых газов и, во-вторых, смеси с малым содержанием кислорода имеют те же недостатки при сварке, что и чистый аргон (узкое проплавление основного металла в корне шва, низкая стойкость швов к порообразованию, блуждание дуги по свариваемым кромкам, приводящее к подрезам и несплавлениям, интенсивное тепловое и световое излучение дуги, выделение озона в зоне дыхания сварщика выше допустимой концентрации). Все эти недостатки особенно четко проявляются при сварке со струйным переносом и достаточно длинной дугой, поэтому применение аргоно-кислородной смеси с малыми добавками кислорода для сварки углеродистых и низколегированных сталей экономически и технически не оправдано [1].

1.3 Смесь газов Ar+CO₂

Применение смесей этих газов было вызвано стремлением найти защитную среду, которая сочетала бы преимущества аргона, углекислого газа и аргоно-кислородной смеси.

Форма дуги и характер переноса электродного металла при сварке в смесях Ar+CO₂ существенно зависят от состава смеси. При одном и том же режиме сварки в смесях с различным содержанием CO₂ перенос электродного металла может быть капельным без коротких замыканий или с короткими замыканиями дугового промежутка, мелкокапельным и струйным. При содержании 20% CO₂ и более при токах выше критического значения форма проплавления основного металла изменяется и пальцеобразный провар исчезает. При содержания в смеси свыше 35...40 % CO₂ процесс во многом похож на сварку в чистом CO₂, однако уровень разбрызгивания при этом ниже.

Улучшение формирования шва при применении смесей Ar+20...25% CO₂ наблюдается в широком диапазоне режимов. Высота усиления заметно меньше, чем при сварке в CO₂, валик имеет плавный переход к основному металлу, а в диапазоне токов, при которых происходит струйный (мелкокапельный) перенос, формируется мелкочешуйчатая поверхность, как на швах, сваренных под флюсом. Благоприятная форма шва, малая высота усиления и пониженный уровень потерь электродного металла на разбрызгивание обеспечивают заметное уменьшение расхода электродной проволоки на единицу длины шва.

Рекомендации по оптимальному составу смесей Ar+CO₂ зарубежных фирм, производящих газовые смеси, противоречивы. По-видимому, это обусловлено в основном жесткой борьбой за рынки сбыта и патентными соображениями, а также различиями в химическом составе применяемых сталей и сварочных проволок. В Европе широко рекламируется смесь Ar+10...15%CO₂. Однако накопленный опыт показал, что оптимальной следует

считать смесь $\text{Ar}+20\%\text{CO}_2$, которая обладает наилучшим сочетанием технологических и металлургических свойств. При ее применении можно избежать характерной для аргона пальцеобразной формы провара, приводящей к несплавлениям и порам, а также типичного для углекислого газа узкого и глубокого провара, опасного с точки зрения образования трещин в швах.

Соединения конструкционных сталей, сваренные в защитных газовых смесях на основе аргона стандартными проволоками, обычно применяемыми для сварки в CO_2 (Св-08Г2С и Св-08ГС по ГОСТ 2246-70), отличаются высокими показателями механических свойств. Особенно следует отметить значения ударной вязкости металла швов при отрицательных температурах, а также показатели стойкости металла швов, сваренных в смеси $\text{Ar}+\text{CO}_2$, к зарождению и развитию хрупкого разрушения.

Недостатком смеси $\text{Ar}+\text{CO}_2$ является ее высокая цена по сравнению с чистым CO_2 и смесью $\text{Ar}+\text{O}_2$. Обусловлено это тем, что смесь получают из чистых газов и в отличие от аргоно-кислородной смеси ее нельзя получить непосредственно при разделении воздуха на воздухоразделительных установках. Технически и технологически приемлемым способом удешевления аргоновых смесей с CO_2 является использование в качестве исходного компонента «сырого аргона», содержащего до 5 % O_2 [1].

1.4 Смесь газов $\text{Ar}+\text{O}_2+\text{CO}_2$

Смеси газов $\text{Ar}+\text{O}_2+\text{CO}_2$ получили широкое распространение в Германии и Великобритании. Смесь «Сохоген» ($\text{Ar}+5\%\text{O}_2+15\%\text{CO}_2$) обладает меньшей окислительной способностью и лучшими технологическими свойствами, чем чистый CO_2 . При сварке углеродистых и низколегированных сталей проволокой, раскисленной марганцем и кремнием, достигаются такие

преимущества по сравнению со сваркой в CO_2 , как меньшее разбрызгивание электродного металла, лучший внешний вид шва, пониженная склонность швов к образованию пор и горячих трещин. Механические свойства металла шва и сварного соединения такие же, как при сварке в смеси $\text{Ar}+20\ldots 25\ \% \text{CO}_2$, а ударная вязкость швов, сваренных в этой смеси, выше.

В связи с тем, что сварка в защитных газах плавящимся электродом в Европе является доминирующим процессом, основное внимание уделяется проблеме выбора состава защитного газа. Критериями его оптимизации являются уровень разбрызгивания, количество приварившихся брызг и шлака на поверхности основного металла, формирование шва (форма проплавления и внешний вид). На основании этих подходов предлагается использовать для сварки углеродистых и низколегированных сталей слабоокислительные смеси на основе аргона с небольшим содержанием окислительных газов ($1\ldots 4\% \text{O}_2$ и до $10\% \text{CO}_2$). Необходимо также учесть, что при сварке этих сталей в слабоокислительных смесях на основе аргона проявляются все недостатки чистого аргона, отмеченные выше.

Для условий промышленности России слабоокислительные смеси на основе аргона при сварке углеродистых и низколегированных сталей не могут быть защитными газами общего назначения, поскольку самые распространенные в стране сварочные проволоки Св-08Г2С и Св-08ГС имеют более высокий уровень легирования по сравнению с применяемыми в Европе проволоками аналогичного назначения (SG-1, SG-2, SG-3, DIN 8559). Кроме того, в сварочном производстве европейских стран используются проволоки малых диаметров и более умеренные режимы сварки по сравнению с применяемыми в России. Накопленный опыт показал, что для отечественного сварочного производства желательно ограничивать ассортимент защитных газов одним-двумя составами универсального назначения. Такими смесями, получившими распространение, являются $\text{Ar}+20\ldots 25\% \text{CO}_2$ и $\text{Ar}+3\ldots 5\% \text{O}_2+20\ldots 25\% \text{CO}_2$. Они имеют оптимальное сочетание сварочных

характеристик, умеренную стоимость и позволяют решать большинство технологических задач при механизированной сварке сталей общего назначения даже в тех случаях, когда сварщики нарушают предписанные параметры режима.

Сварка в аргоновых смесях в отличие от сварки в CO_2 дает возможность использовать импульсно-дуговой процесс с управляемым мелкокапельным переносом и частотой отрыва капель, соответствующей частоте наложения импульсов тока. Мелкокапельный перенос происходит при более низком среднем значении сварочного тока по сравнению с условиями без наложения импульсов. Применение импульсно-дуговой сварки позволяет использовать проволоку одного и того же диаметра для многих вариантов технологии, тогда как при сварке без импульсов обычно предусматривается применение проволоки различных диаметров в зависимости от толщины свариваемого металла, его теплофизических свойств, пространственного положения шва и других показателей.

Наибольший технико-экономический эффект сварка сталей в защитных смесях на основе аргона обеспечивает в следующих областях:

- производство металлоконструкций, которые по условиям работы не должны иметь приваренных брызг;

- производство металлоконструкций ответственного назначения, эксплуатируемых при отрицательных температурах и знакопеременных динамических нагрузках;

- многопроходная сварка стыковых и угловых соединений толстолистового металла;

- сварка швов малого сечения на повышенной скорости [1].

1.5 Смесь газов $\text{Ar}+\text{He}+\text{CO}_2$

Смеси $\text{Ar}+\text{He}+\text{CO}_2$, в которых аргон является основным компонентом, используются при сварке стационарной и импульсной дугой, а смеси с преобладающим (60...80%) содержанием гелия — при сварке с короткими замыканиями. В зарубежных публикациях рассматриваются различные составы газовых смесей с гелием, обеспечивающие хорошие технологические показатели, в частности, повышение производительности при сварке толстого металла, широкое и глубокое проплавление основного металла, улучшение формирования и внешнего вида швов. Основная особенность сварки в защитных смесях $\text{Ar}+\text{He}+\text{CO}_2$ — это высокая производительность процесса на режимах со струйно-вращательным переносом электродного металла. Такой перенос происходит при применении сварочной проволоки диаметром 1,0...1,2 мм, механизма ее подачи со скоростью до 50 м/мин и источника питания с хорошими динамическими характеристиками [1].

1.6 Смесь газов $\text{Ar}+\text{He}+\text{CO}_2+\text{O}_2$

Смеси $\text{Ar}+\text{He}+\text{CO}_2+\text{O}_2$ требуют особой технологии, источников питания и механизмов подачи проволоки. Так, для TИME-процесса используется смесь газов (65% Ar +26,5% He +8% CO_2 +0,5% O_2), обеспечивающая высокую скорость плавления проволоки (до 25 кг/ч) при скорости ее подачи до 50 м/мин на сварочном токе около 600 А. Известны также такие высокопроизводительные способы, как Rapid Arc и Rapid Melt, которые выполняются в защитных смесях с гелием 65...60% Ar +25...30% He +10% CO_2), при использовании которых скорости подачи проволоки превышают классический предел 20 м/мин и

обеспечиваются различные виды переноса электродного металла включая струйно-вращательный.

Строгие ограничения на состав защитной среды, предусмотренные технологическими рекомендациями разработчиков TIG-процесса, необоснованны, поскольку близкие показатели производительности и качества можно получить при использовании более дешевых и простых в изготовлении газовых смесей на основе аргона без гелия, например, $Ar+CO_2+O_2$, и тщательном подборе и корректировании параметров режима [1].

1.7 Вывод

В настоящее время известно много различных способов дуговой сварки в защитных газах, с помощью которых можно выполнить одну и ту же работу. Однако получаемые при этом технико-экономические результаты будут различными в зависимости от условий производства и особенностей конструкций. Каждый из способов сварки имеет определенные технологические возможности и применим для конкретного вида сварочных работ, поэтому при выборе оптимального состава защитного газа и способа сварки необходимо иметь полное представление об особенностях и возможностях каждого из способов и учитывать их, исходя из конкретных условий производства. Большое влияние при этом могут оказывать варианты механизации и автоматизации сварочных процессов, особенно при широком наборе существующих в настоящее время типов манипуляторов и позиционеров, а также роботов и систем регулирования с компьютерным управлением.

Для сварки рештака КСЮ271.38Л в качестве защитной среды применяется смесь газов $Ar+CO_2$ по ТУ 2114-004-00204760-99

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 специальности 150301 «Оборудование и технология сварочного производства».

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать участок сборки и сварки рештаков конвейера шахтного. 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, методом замены дорогого импортного, на более дешевое отечественное оборудование, которое позволяет модернизировать процесс сварки за счет высокого качества оборудования.
- для улучшения качества сварного соединения и повышения производительности процесса сварки применить автоматическую сварку продольных швов сварочной головкой ГСП-2.

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 Расчеты и аналитика

3.1 Инженерный расчет

3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов

Изготавливаемое изделие – решетка. Материал деталей стали 14ХГ2САФД, 09Г2С, Сталь 3сп и Сталь 3пс. Выбор этих сталей обусловлен необходимостью очень высокой надежности и прочности. Химический состав и механические свойства этих сталей приведены в таблицах 3.1 и 3.4.

Таблица 3.1 - Химический состав стали 09Г2С [2]

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As	N
			Не более						
0,12	1,3-1,7	0,5-0,8	0,035	0,040	≤0,30	≤0,30	0,30	0,08	0,08

Таблица 3.2 - Химический состав Стали 3пс [2]

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
0,14-0,22	0,05-0,15	0,4-0,65	0,040	0,050	0,30	0,30

Таблица 3.3 - Химический состав стали 14ХГ2САФД [2]

C	Si	Mn	P	S	N	Cr	Ni	V	Al	Cu
0,18	0,7	1,8	0,04	0,02	0,01-0,02	0,8	0,35	0,04-0,08	0,01-0,05	0,1-0,4

Таблица 3.4 - Механические свойства сталей [2]

Марка	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	$\sigma_{\text{т}}$, МПа	δ , %
Сталь 3пс	380÷490	245	25
Сталь 14ХГ2САФД	550÷590	390÷430	20
09Г2С	490	345	21

Способ сварки при разработке технологии следует выбирать таким способом, 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) [2].

Для сталей 09Г2С, Сталь 3пс и Сталь 3сп рекомендуются следующие способы сварки: ручная дуговая, сварка под флюсом, плавящимся электродом в защитном газе, электрошлаковая. Для стали 14ХГ2САФД механизированная и автоматическая сварка в плавящимся электродом в защитном газе; автоматическая дуговая сварка под флюсом; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [1].

Выбираем автоматическую сварку в смеси газов $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ плавящимся электродом, т. к. существует ряд преимуществ этих способов:

- 1) возможность вести механизированную сварку, а т.к. в изготавливаемом изделии есть сварные швы протяженностью больше 1,5 м, то возможность использования автоматической сварки очень важна;
- 2) высокая производительность;
- 3) высокие механические свойства сварных соединений;
- 4) меньшая склонность к образованию горячих трещин;
- 5) значительное уменьшение сварочных брызг и сокращение затрат на зачистку изделия;
- 6) меньшая себестоимость сварочных работ.

Автоматическая сварка - электрическая дуговая сварка металлическим, реже угольным электродом, при которой правильное горение сварочной дуги обеспечивается автоматически. Автоматическая сварка открытой дугой не получила большого распространения вследствие малой производительности, редко превышающей в 3...4 раза ручную сварку и сложности конструкции сварочного оборудования. Широкое развитие и распространение получил созданный в СССР на основе работ Института электросварки Академии наук СССР и ЦНИИТМАШ метод автоматической сварки.

Выбираем для сварки швов большой протяженности головку сварочную ГСП-2 и проволоку Св-08Г2С-О диаметром 1,2 мм ГОСТ 2246-70.

При сварке в 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. Выбираем проволоку Св-08Г2С- О ГОСТ 2246-70.

Поволока Св-08Г2С-О 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 и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 - Химический состав проволоки в % Св-08Г2С-О по ГОСТ 2246-70 [3]

Марка проволоки	Химический состав							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Al	S	P
							не более	
Св-08Г2С-О	0,05÷0,11	1,8÷2,1	0,7÷0,95	≤0,2	≤0,25	≤0,05	≤0,025	≤0,03

Таблица 3.6 - Механические свойства металла шва [3]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	КСU ₄₀ МДж/м ²	
			20 ⁰ С	0 ⁰ С
Св-08Г2С-О	510	24	120	60

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны используется смесь CO₂ и Ar.

Двуокись углерода – бесцветный, неядовитый, тяжелее воздуха. Он хорошо растворяется в воде. Жидкая углекислота – бесцветная жидкость, плотность которой сильно изменяется с изменением температуры. Вследствие этого поставляется по массе, а не по объёму. При испарении 1 кг углекислоты образуется 509 л двуокиси углерода.

В промышленности двуокись углерода получают в специальных установках, путём извлечения её из дымовых газов, образующихся при сжигании топлива.

Двуокись углерода поставляется по ГОСТ 8050-85 трёх сортов. Состав приведён в таблице 3.7.

Таблица 3.7 - Состав CO₂ , в % [3]

Содержание	Сорт		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
CO ₂ (не менее)	99,8	99,5	98,8
CO (не более)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20° С (не более), г/см ³ .	0,178	0,515	Не проверяют

В качестве инертного газа выбираем аргон по ГОСТ 10157 – 79. Состав приведён в таблице 3.8

Таблица 3.8 - Состав Ar, в % [3]

Содержание	Сорт	
	Высший сорт	Первый сорт
Объемная доля аргона, %, не менее	99,993	99,987
Объемная доля кислорода, %, не менее	0,0007	0,002
Объемная доля азота, %, не менее	0,005	0,01
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20° С (не более), г/см ³ .	0,07	0,01
Объемная доля суммы углесодержащих соединений в пересчете на CO ₂ , %, не менее	0,0005	0,001

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 [4].

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.

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

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

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

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах. Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 09Г2С

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + (1,7/6) + (0,8/24) + (0,30/10) + (0,30/5) = 0,526 \%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{экв}} = 0,14 + (2,0/6) + (1,0/24) + (1,0/5) + (1,0/14) = 0,78 \%$$

Сталь 14ХГ2САФД является легированной. Эта сталь относится ко второй группе свариваемости и обладают удовлетворительной свариваемостью. Сварка для этих сталей должна выполняться с подогревом до сварки и последующей термообработкой. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Сталь 09Г2С - низколегированная конструкционная ГОСТ 19282-73 [2]. При сварке низкоуглеродистых сталей легко обеспечить равнопрочность сварного шва основному металлу. Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда

легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

Таким образом, можно сделать вывод, что применяемые при изготовлении рештака стали удовлетворяют требованиям применяемости этих при механизированной сварке $\text{CO}_2 + \text{Ar}$.

3.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки

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

Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При сварке в смеси $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ тепловые характеристики дуги возрастают, что объясняется от части повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги. При высокой температуре дуги происходит реакция диссоциации CO_2 [6]:



С повышением температуры увеличивается количество тепла, вводимого в изделие, что способствует снижению скорости охлаждения. С увеличением содержания кислорода в смеси, время существования ванны в жидком состоянии увеличивается, что способствует более плавному удалению неметаллических включений и дегазации металла сварочной ванны [5].

Аргон, растекаясь по поверхности свариваемого изделия, защищает

достаточно длительно довольно широкую и протяженную зону как расплавленного, так и нагретого при сварке металла.

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



Окисление металла происходит по реакции:



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



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

Образование пор из-за выделения 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 сталей беспористые швы указанного выше состава получают при применении кремне-марганцовистых электродных проволок Св-08Г2С-О, 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 [5].

Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва выполняемого в $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ проволокой Св – 08Г2С-О остается на необходимом уровне.

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 беспористые швы.

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

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

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

3.3 Расчёт режимов сварки

Расчёт режима дуговой сварки.

Параметры режима дуговой сварки в смеси газов плавящимся электродом следующие [6]:

диаметр электродной проволоки - $d_{\text{эп}}$;

скорость сварки $\mathcal{Q}_c$;

сварочный ток – I_c ;

напряжение сварки – U_c ;

вылет электродной проволоки – l_v ;

скорость подачи электродной проволоки - $\mathcal{Q}_{\text{эп}}$;

общее количество проходов - $n_{\text{пр}}$;

расход защитной смеси $g_{\text{зг}}$.

Расчёт режимов сварки выполняем по размерам шва (ширине l и глубине проплавления h_p) [4].

Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08Г2С-О, в нижнем положении. Соединение нахлесточное типа Т1 с катетом 18 мм. показано на рисунке 3.1.

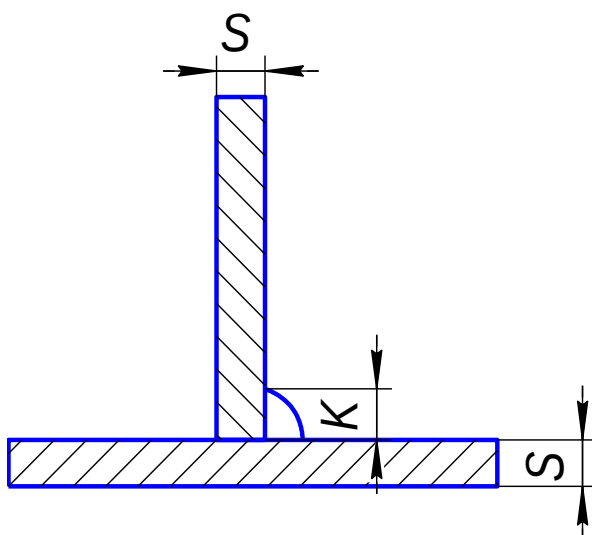


Рисунок 3.1 Соединение Т1 по ГОСТ 14771 – 76

K-катет, S-толщина металла.

Тип соединения Т1- $\nabla 8$ по ГОСТ 14771-76, сварка многопроходная.

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого и заполняющего), мм. [4];

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

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

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при положении шва «в лодочку» принимаем $F_{\text{HK}}=20 \text{ мм}^2$ и $F_{\text{HЗ}}=30 \text{ мм}^2$.

Площадь наплавленного металла $F_{\text{HO}}=254,5 \text{ мм}^2$

Определим общее количество проходов [4]:

$$n_{\text{по}} = \frac{F_{\text{HO}} \cdot F_{\text{HK}}}{F_{\text{HЗ}}} + 1 = \frac{254,5 \cdot 20}{30} + 1 = 8,8. \quad (3.9)$$

Примем $n_{\text{по}} = 9$.

Уточним площадь $F_{\text{HЗ}}$ с учетом количества проходов [4]:

$$F'_{\text{HЗ}} = \frac{F_{\text{HO}} \cdot F_{\text{HK}}}{n_{\text{по}} - n_{\text{пк}}} = \frac{254,5 \cdot 20}{9 - 1} = 29,3 \text{ мм}^2. \quad (3.10)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого $d_{\text{ЭПК}}$ и заполняющих $d_{\text{ЭПЗ}}$ при сварке «в лодочку» $K_d=0,149\dots0,409$:

$$d_{\text{ЭПК}}=(0,149\dots0,409) \cdot F_{\text{НК}}^{0,625}=(0,149\dots0,409) \cdot 20^{0,625}=0,969\dots2,66 \text{ мм}, \quad (3.11)$$

$$d_{\text{ЭПЗ}}=(0,149\dots0,409) \cdot F_{\text{НЗ}}^{0,625}=(0,149\dots0,409) \cdot 30^{0,625}=1,231\dots3,378 \text{ мм}, \quad (3.12)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки:

$$d_{\text{ЭПК}}=1,2 \text{ мм. и } d_{\text{ЭПЗ}}=1,2 \text{ мм.}$$

Рассчитаем скорость сварки для корневого и заполняющего проходов [6]:

$$V_{\text{СК}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭПК}}^{1,5}}{F_{\text{НК}}} = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{20} = 6,26 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.13)$$

$$V_{\text{СЗ}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^{1,5}}{F_{\text{НЗ}}} = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{30} = 4,271 \frac{\text{мм}}{\text{с}}. \quad (3.14)$$

$$\text{Принимаем } V_{\text{СК}} = 6 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, V_{\text{СЗ}} = 4 \frac{\text{мм}}{\text{с}}.$$

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [4]:

$$V_{\text{ЭПК}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СК}} \cdot F_{\text{НК}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПК}}^{1,5} \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 20}{\pi \cdot 1,2^{1,5} \cdot (1 - 0,1)} = 66,3 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.15)$$

$$V_{\text{ЭПЗ}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СЗ}} \cdot F_{\text{НЗ}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^{1,5} \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 30}{\pi \cdot 1,2^{1,5} \cdot (1 - 0,1)} = 64,8 \frac{\text{мм}}{\text{с}}. \quad (3.16)$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого, заполняющего и подварочного проходов при сварке на обратной полярности [4]:

$$\begin{aligned} I_{\text{СК}}^{(+)} &= d_{\text{ЭПК}} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПК}} \cdot V_{\text{ЭПК}} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 66,3 + 145150} - 382 \right) = 258,5 \text{ А}. \end{aligned} \quad (3.17)$$

$$I_{C3}^{(+)} = d_{\text{ЭПЗ}} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПЗ}} \cdot V_{\text{ЭПЗ}} + 145150} - 382 \right) =$$

$$= 1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 64,8 + 145150} - 382 \right) = 258,5 \text{ А.} \quad (3.18)$$

Расчетное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений для положения «в лодочку» $I_C^{\text{Л}} \leq 510 \text{ А}$.

Умножим полученное значение сварочного тока на коэффициент 1,2 и определим ток при сварке в смеси газов.

$$I_C = (250 \dots 270) \cdot 1,2 = 300 \dots 324 \text{ А.}$$

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:

$$I_c = 324 \cdot 1,1 = 356,4 \text{ А.}$$

Принимаем $I_c = 330 - 360 \text{ А}$

Определим напряжение сварки для корневого, заполняющего и подварочного проходов [6]:

$$U_C = 14 + 0,05 \cdot I_C, \quad (3.19)$$

$$U_{\text{СК}} = 14 + 0,05 \cdot I_{\text{СК}} = 14 + 0,05 \cdot 360 = 32 \text{ В,}$$

$$U_{\text{СЗ}} = 14 + 0,05 \cdot I_{\text{СЗ}} = 14 + 0,05 \cdot 330 = 30,5 \text{ В.}$$

Расход смеси газов для соответствующих проходов [4]:

$$q_{\text{ЗГ}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_C^{0,75}, \quad (3.20)$$

$$q_{\text{ЗГ}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_{\text{СК}}^{0,75} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 360^{0,75} = 0,273 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 16,36 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

$$q_{\text{ЗЗ}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_{\text{СЗ}}^{0,75} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 330^{0,75} = 0,256 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 15,33 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Аналогично можно провести расчёт режимов сварки остальных швов, но мы выбираем их из справочной литературы [1], полученные результаты сводим в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Режимы для сварки перекрытия в CO₂ + Ar

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	H1	8	1,2	330...380	30...33	27...29	1	15...17
3	T1	18	1,2	300...380	30...33	27...29	7	15...17
4	T3	16	1,2	280...300	28...29	26...28	8	13...14
5	У4	16	1,2	290...300	28...29	26...28	8	13...14
6	T1	12	1,2	290...320	28...30	27...29	5	14...15
7	T1	8	1,2	330...380	30...33	27...29	1	15...17
8	н/ст		1,2	300...320	28...30	21...24	13	18...20
9	н/ст		1,2	300...320	28...30	28...30	8	18...20
10	н/ст		1,2	300...320	28...30	28...30	6	18...20
11	н/ст		1,2	300...320	28...30	28...30	1	18...20

3.4 Технологический раздел

3.4.1 Технологический анализ выбранного производства

При разработке проекта в производстве изделия большое значение имеет определение целесообразных форм организации производственных процессов выпуска заданной продукции.

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

Краткие характеристики перечисленных видов производств сводятся к следующему.

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

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

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

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

На основании вышеизложенных характеристик и таблицы 1 [7], учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет N= 500 штук, а масса рештака равна 1242 кг, заключаем, что проектируемое сварочное производство относится к типу серийного.

3.4.2 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

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

Операция 010 Слесарно-сборочная

Установить на плиту рештак, на рештак установить стенку, выдержать размеры.

Операция 015 Сварка

Прихватить детали в порядке установки.

Произвести перед сваркой подогрев околошовных зон св. швов №3

Заварить св. швы №.3 Сварку производить автоматической сварочной головкой ГСП-2 на приспособлении ФЮРА 000001.513.00.000.СБ.

Операция 020 Перемещение

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

Операция 025 Слесарно-сборочная

Установить башмаки в размеры. Выдержать башмак в одной плоскости с допуском 1 мм. Ребра устанавливаем в размеры.

Операция 030 Сварка

Приварить детали и сборочные единицы.

Операция 035 Термообработка.

Непосредственно после сварки произвести термообработку.

Операция 040 Перемещение

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

Операция 045 Слесарная

Произвести зачистку сварных швов от брызг.

Операция 050 Контроль

Произвести контроль на собираемость. Контроль производится на специальном приспособлении.

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 [7].

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; объём трудоёмких подгоночных операций; использование новых материалов.

Оценка технологичности

Технологичность – совокупность свойств конструкции, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объёма выпуска и условий выполнения работ [7].

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.

3.4.3 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, в которых используются пневматические прижимы, обеспечивающие необходимую точность сборки.

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 операциях 015 применяется автоматическая сварка сварочной головкой ГСП-2.

3.4.4 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 [8].

Норма штучного времени $T_{ш}$, мин, для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [8]:

$$T_{ш} = T_{н.ш.к} \cdot L + t_{ви}, \quad (4.1)$$

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:

$$T_{н.ш.к} = (T_o + t_{вш}) \cdot [1 + (a_{обсл} + a_{от.л} + a_{п-з})/100], \quad (4.2)$$

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 ($a_{\text{обсл}} + a_{\text{от.л}} + a_{\text{п-з}}$) составляет 27 % [8].

Основное время для сварки в защитном газе определяется по формуле:

$$T_o = F \cdot \gamma / I \cdot \alpha_n, \quad (4.3)$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм^2 ;

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см^3 ; (при сварке сталей она составляет $7,8 \text{ г/см}^3$);

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 и 09Г2С;

марка электродной проволоки: Св-08Г2С-О;

сварной шов нестандартный;

длина шва – 1500 мм;

положение шва нижнее;

площадь поперечного сечения наплавленного металла шва с катетом $F=254 \text{ мм}^2$;

Коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при механизированной сварке легированных сталей в среде углекислого газа и аргона, при вылете электрода $l = 14 \text{ мм}$ составляет $\alpha_n = 12,5 \text{ г/(А·ч)}$.

Из расчёта режима сварки принимаем величину сварочного тока $I = 380 \text{ А}$.

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

Определяем основное время сварки по формуле:

$$T_o = (F \cdot \gamma) / (I \cdot \alpha_n \cdot K_{\text{пп}}), \quad (4.4)$$

$$T_o = (254 \cdot 7,8) / (380 \cdot 12,5) = 0,4 \text{ ч.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле (4.2), с

учётом того, что $t_{\text{вш}}$ согласно картам составляет 0,5 мин.

$$T_{\text{н.ш.к}} = (0,4 + 0,5) \cdot [1 + 15 / 100] = 1,035 \text{ ч.}$$

Норму штучного времени определяем по формуле (4.1) с учётом того, что $t_{\text{ви}}$ согласно картам 78-87 [8] равен 0,78 ч.; тогда

$$T_{\text{ш}} = 1,035 \cdot 1,5 + 0,78 = 2,33 \text{ ч.}$$

Полученные при расчёте данные сводим в таблицу, из которой видно, что на изготовление рештака по предлагаемому технологическому процессу необходимо затратить 681,1 мин., что на 6,1 мин. меньше, чем в базовом технологическом процессе.

Проведем расчет норм времени для базового и предлагаемого технологического процесса. Результаты сведем в таблицы 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1 - Нормы времени на изготовление рештака по базовому техпроцессу

№ операции	Наименование операции	Базовый технологический процесс	
		То, мин	Тш, мин
005	Комплектование	-	-
010	Сборка	-	85,2
020	Сварка	454,2	526,2
025	Термообработка	-	26,4
030	Слесарная	-	38,4
035	Контроль	-	11
	ИТОГО		687,2

Таблица 4.2 - Расчёт норм времени на изготовление решётки по предлагаемому техпроцессу

№ операции	Наименование операции	Предлагаемый технологический процесс	
		Т _о , мин	Т _ш , мин
005	Комплектование	-	-
010	Сборка	-	4,47
015	Сварка	54,4	156,4
020	Перемещение	-	2,9
025	Сборка		47,83
030	Сварка	395,8	395,8
035	Термообработка	-	21,4
040	Перемещение		2,9
045	Слесарная	-	38,4
050	Контроль	-	11
	ИТОГО		681,1

3.4.5 Выбор технологического оборудования

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

1. Техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям

принятой технологии.

2. Наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания.

3. Наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации.

4. Наименьшие габаритные размеры оборудования.

5. Наименьшая масса.

6. Наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж оборудования.

7. Минимальный срок окупаемости.

Исходя из соображений технологического, экономического и эксплуатационного характера было выбрано следующее сварочное оборудование [9]:

Технические характеристики выпрямителя ВДГ – 401У3.

1. Номинальное напряжение питающей сети переменного тока, В	380
2. Род сварочного тока	постоянный
3. Номинальный сварочный ток при ПВ-60%, А	415
4. Пределы регулирования сварочного тока, А	45 – 415
5. Номинальное рабочее напряжение, В	32
6. Номинальная мощность, кВт А	42
7. Масса, кг	180
8. Габаритные размеры, мм	735x605x950

Выбираем полуавтомат для дуговой сварки в смеси газов. Сварка ведется в закрытом помещении. Полуавтомат должен обеспечивать сварочный ток 300...340 А; диаметр проволоки 1,2 мм; скорость подачи электродной проволоки 393.6 м/ч...401 м/ч. Исходя из этих данных выбираем полуавтомат марки ПДГ - 401 - У3 [9].

Технические характеристики полуавтомата ПДГ – 401У3.

1. Номинальный сварочный ток, А	400
2. Диаметр проволоки, мм;	1.2...2.0
3. Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	120...960
4. Габаритные размеры, мм	600x270x400
5. Масса, кг	12

Для сварки швов длиной более одного метра, используем сварочную головку ГСП-2

Таблица 4.3 - Сварочная головка ГСП-2 [11].

п/п	Характеристики	Значение
1	Сварочный ток, А номинальный при ПН-60%.	500
2	Перемещение горелки, мм - вертикальное - поперечное	50 45
3	Скорость сварки, м/ч	20 - 60
4	Габаритные размеры, мм	850×490×920
5	Масса, кг	235

Для управления автоматической сваркой выбираем систему блоков БАРС – 2В. Она обеспечивает стабилизацию, программное управление сварочным током, скоростями сварки и питание.

3.4.6 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 [11].

Дефекты сварных соединений – отклонения от заданных свойств, сплошности и формы шва, свойств и сплошности околошовной зоны, что приводит к нарушению прочности и других эксплуатационных характеристик изделия.

Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные.

Дефекты формы и размеров шва:

- неполномерность швов;
- неравномерность шва;
- несимметричность шва;
- бугристость шва;
- грибовидность;
- боковые выплески металла;
- подрезы шва;
- наплывы;
- прожоги.

Дефекты, нарушающие сплошность сварных соединений:

- непровары;
- трещины;
- поры;
- шлаковые включения.

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

Проверка качества сварки в готовом изделии производится внешним осмотром и измерением сварного шва. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, трещины, непровары, свищи и поры и т.д. [11].

Сварные соединения рассматриваются невооружённым глазом или с

помощью лупы при хорошем освещении; обмер швов производят с помощью инструментов и шаблонов-катетомеров.

Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними.

Сварка, как и другие процессы обработки металлов, вызывает возникновение в изделиях собственных напряжений.

В зависимости от причины, вызвавшей напряжения, различают:

- тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температур при сварке;
- структурные напряжения, возникающие вследствие структурных превращений.

В зависимости от времени существования:

- временные - существующие лишь в определённый момент времени;
- остаточные - остаются в изделии после исчезновения причины, их вызвавшей.

В зависимости от размеров области:

- напряжения первого рода, которые действуют и уравниваются в крупных объёмах, соизмеримых с размерами изделия или его основных частей;
- напряжения второго рода – уравниваются в микрообъёмах тела в пределах одного или нескольких зёрен металла;
- напряжения третьего рода – уравниваются в объёмах, соизмеримых с атомной решёткой.

Сварочные напряжения являются напряжениями первого рода.

По направлению действия напряжения и деформации различают:

- продольные (вдоль оси шва);
- поперечные (поперёк оси шва).

По виду напряжённого состояния:

- линейные (действующие в одном направлении);
- плоскостные (действующие в двух направлениях);
- объёмные (действующие в трёх направлениях).

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

- деформации в плоскости – проявляются в изменении формы и размеров детали. Они могут быть продольными, поперечными и изгиба;
- деформации из плоскости – проявляются в образовании поперечных или продольных волн, изломов и т.д.

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

- мероприятия, предотвращающие вероятность возникновения деформаций и напряжений;
- мероприятия, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие возникших напряжений [11].

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

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

симметричное расположение швов;

оптимизация последовательности выполнения сборочно-сварочных работ;

закрепление изделия в приспособлениях;

прихватка деталей для исключения смещения их при сварке.

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

3.4.7 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[12].

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 [8].

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

3.5 Конструкторский раздел

3.5.1 Общая характеристика механического оборудования

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 обладают 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

двухтавровой балки. Кран-балка позволяет производить подъем и перемещение груза вдоль пролета.

Подкрановые пути представляют собой двухтавровую 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.

3.5.2 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% 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% всего комплекса цехового оборудования [13].

В данной выпускной квалификационной работе в предлагаемом технологическом процессе используются сборочно-сварочные приспособление

для сборки и сварки рештака.

3.5.3 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

В сборочно-сварочных приспособлениях используются пневмоцилиндры, которые состоят из цилиндра, поршня со штоком, крышки и уплотнений.

В простейших пневматических приводах сжатый воздух под давлением 0,4 - 0,8 МПа подаётся в пневматические цилиндры. Подача воздуха производится от компрессорных установок по воздушным магистралям и с помощью гибких шлангов подводится непосредственно к пневматическим устройствам.

Механизм управления пневмоцилиндром располагается в легко доступном месте, обычно на столе приспособления.

Скорость перемещения пневмоприжимов регулируется величиной открытия отверстия в пусковом кране.

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

Внутренний диаметр цилиндра определяется в зависимости от необходимого усилия по формуле [7]:

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi q \eta}} + d^2, \quad (5.1)$$

где q – давление воздуха, кгс/см²;

η - КПД пневматического цилиндра;

P – усилие на штоке, кгс;

D – диаметр штока, см;

$q = 4$ кгс/см², $\eta = 0,85$, $P = 300$ кгс, $d = 3,0$ см.

Подставляя значения в формулу, получим:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 300}{3,14 \cdot 4 \cdot 0,85} + 3,0^2} = 11,01 \text{ см} = 110,1 \text{ мм.}$$

Принимаем $D = 125 \text{ мм}$.

Толщину стенки силового цилиндра δ_c , см определяем из расчета на разрыв по образующей по формуле:

$$\delta_c \geq \frac{Dq}{2\sigma}, \quad (5.2)$$

где $[\sigma]$ – допускаемое напряжение, кгс/см².

Для стали 45 допускаемое напряжение составляет 950 кгс/см²:

$$\delta_c \geq \frac{12,5 \cdot 4}{2 \cdot 950} = 0,026 \text{ см.}$$

Ввиду того, что изготовить цилиндр с толщиной стенки 0,26 мм очень сложно, из конструктивных соображений, согласно ГОСТ 15608-70, принимаем $\delta_c = 5 \text{ мм}$.

Расчет толщины крышки пневматического цилиндра проводим по формуле [13]:

$$\delta_k = 0,56 D_k \sqrt{\frac{q}{\sigma}} \quad (5.3)$$

где D_k – диаметр окружности болтового соединения крышки с цилиндром, см

$D_k = 14 \text{ см}$.

$$\delta_k = 0,56 \cdot 14 \cdot \sqrt{\frac{4}{950}} = 0,5 \text{ см.}$$

Из конструктивных соображений принимаем $\delta_k = 15 \text{ мм}$.

Полное давление на болт складывается из давления воздуха на крышку и давления, требуемого для выполнения необходимых операций.

Усилие на болт определим по формуле:

$$P = \frac{\pi}{4n} (D_2^2 q + (D_1^2 - D_2^2) q_{\text{ПР}}) \quad (5.4)$$

где n – число болтов по окружности крепления, шт;

D_1 и D_2 – наружный и внутренний диаметры прокладки, см;

$q_{пр}$ – давление на прокладку, кгс/см² $q_{пр} = 8$ кгс/см².

Подставляя значения в формулу, получим:

$$P = \frac{3,14}{4 \cdot 4} (12,5^2 \cdot 4 + (12,5^2 - 11,5^2) 8) = 160,33 \text{ кгс/см}^2.$$

Диаметры болтов крепления крышки цилиндра определим по формуле [7]:

$$d_p = 1,3 \sqrt{\frac{P}{\sigma}},$$

где P – усилие на болт крепления, кгс/см².

$$d_p = 1,3 \sqrt{\frac{160,33}{950}} = 0,53 \text{ см.}$$

Из конструктивных соображений, согласно ГОСТ 15608-70, принимаем $d_p = 12$ мм.

3.6 Пространственное расположение производственного процесса

3.6.1 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 [7].

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 [7].

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

3.6.2 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 [7].

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

3.6.3 Расчет основных элементов производства

3.6.3.1 Определение требуемого количества оборудования

Необходимое количество оборудования определяется по формуле [7]:

$$C_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot K_{вн}}, \quad (6.1)$$

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

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

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

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

Результаты расчетов сводим в таблицу 9.1 (см. экономическую часть ПЗ).

3.6.3.2 Определение состава и численности работающих

Определим необходимое количество основных рабочих. Основными считаются те рабочие, которые заняты выполнением операций технологического процесса по изготовлению продукции. Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле [12]:

$$P_{сп} = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot K_{вн}}, \quad (6.2)$$

$$P_{яв} = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_{н} \cdot K_{вн}}, \quad (6.3)$$

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

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

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

F_n - номинальный фонд рабочего времени, ч; $F_n=1981$ ч.;

$K_{вн}$ - коэффициент выполнения норм.

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

Расчетная величина численности основных рабочих получается дробной, поэтому ее округляют до целого числа в большую сторону и называют принятой P_n .

Численность вспомогательных рабочих рассчитывается в процентах от основных рабочих по формуле [12]:

$$P_{всп} = P_{сп} \cdot \Pi / 100, \quad (6.4)$$

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

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

Численность инженерно-технических работников, служащих и младшего обслуживающего персонала определяем по формуле [12]:

$$P_{итр} = (P_{сп} + P_{всп}) \cdot \Pi / 100, \quad (6.5)$$

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

Результаты расчетов сводим в таблицу 9.3 (см. экономическую часть ПЗ).

3.6.4 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 сортов металлов, поддающихся обработке на одинаковых группах станков;

общее количество станков различных типоразмеров подразделяют на количество групп, равное установленному выше количеству групп подлежащих обработке сортов металлов;

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 [7].

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) [7].

3.6.5 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 [8].

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.

3.6.6 Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса

Результаты разработки и внедрения в проект сборочно-сварочного участка изготовления рештака 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 [7]:

$$C_M = \frac{k \cdot T_M}{T_{HM} + 2 \cdot T_M} \times 100\% \quad (6.6)$$

где T_M – трудоемкость работ, выполняемых механизированным способом, мин.,
 $T_M = 681,1$ мин.;

$T_{\text{нм}}$ – трудоемкость работ, выполняемых немеханизированным способом,
 $T_{\text{нм}} = 673,4$ мин.;

k – коэффициент повышения производительности труда на данном участке, $k = 2$ [7].

$$C_{\text{м}} = \frac{2 \cdot 681,1}{673,4 + 2 \cdot 681,1} \cdot 100 = 66 \, \%.$$

Качественный уровень механизации производственного процесса можно определить по формуле [7]:

$$Y_{\text{м}} = C_{\text{м}}(1 - 1/k) = 66(1 - 1/2) = 33\%. \quad (6.7)$$

3.6.7 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 рештака представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Планировка административно-конторских и бытовых помещений

Помещение	Расчетная единица	Условия для определения требуемого количества расчетных единиц	Площадь, м ²	
			Полезная	Общая
1	2	3	4	5
Контора	Рабочее место	Один стол на каждого	-	4x3

цеха		сотрудника		
Гардеробные	Индивидуальный шкаф 0,35x0,5 м	Один шкаф на каждого работающего по списочному составу	0,18	0,43x1 5

продолжение таблицы 6.1

Уборные	Кабина 1,2x0,9 м Шлюз-тамбур	При максим. явочном числе работающих в смену до 20 чел.	1,08 -	3,06x8 6,8
Душевые	Кабина 0,9x0,9 м	Одна кабина на каждые 10 явочных рабочих	0,81	1,62x2
	Место для переодеван. 0,7x0,5 м	Три места на каждую кабину	0,35	1x6
	Тамбур	Между душевой и раздевательной один тамбур	-	4
Помещение для приема пищи	Комната	1 м ² /чел. По явочному составу	-	1x8

Все бытовые и административно-канторские 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 [14].

3.7 Организационный раздел

3.7.1 Выбор и обоснование прогрессивных форм организации производства

Научная организация труда (НОТ) – это комплекс мероприятий, направленных на повышение производительности труда рабочих. Научная организация труда – это процесс внесения в существующую организацию труда новейших усовершенствований, повышающих производительность труда. Совершенствование научной организации труда должно развиваться по следующим направлениям: разработка рациональных форм разделения труда, подготовка и повышение квалификации кадров, рациональная организация трудового процесса, обеспечение благополучных условий труда, внедрение рациональных режимов труда, соблюдение трудовой дисциплины [12].

Совершенствование работы по НОТ на современном этапе характеризуется проведением комплексных исследований с привлечением научных дисциплин – экономики, социологии, технической эстетики, гигиены труда. Внедрение научной организации труда на предприятии позволяет решить следующие задачи: обеспечение полного использования современного

оборудования, техники и технологии производства, внедрение целесообразных форм разделения труда, сокращение затрат труда на производство продукции, повышение уровня материального благосостояния трудящихся, регулярное повышение производительности труда и качества выпускаемой продукции.

В решении этих задач большое значение отводится целесообразному разделению труда и расстановке рабочей силы на производстве, научно обоснованной организации труда на рабочих местах [12].

3.7.2 Меры по совершенствованию организации труда и управлению производственным процессом

Основными мерами по совершенствованию организации труда являются: подготовка и повышение квалификации кадров, внедрение рациональных форм разделения труда, рациональная организация трудового процесса; обеспечение благоприятных условий труда; совершенствование нормирования труда.

Различают три основные формы разделения труда: функциональную, технологическую и квалификационную.

Функциональное разделение труда предлагает подразделение всех работников предприятия на отдельные группы, в зависимости от выполняемых ими функций на производстве. Задача функционального разделения труда состоит в том, чтобы выбрать такой вариант распределения работ между исполнителями, который обеспечивал бы высокую производительность труда, хорошее качество изделий, рациональное использование оборудования и производственных площадей [12].

В сварочном производстве необходимо максимально освобождать сварщиков от выполнения вспомогательных и обслуживающих операций.

Обслуживание рабочего места сварщика должно быть построено таким образом, чтобы он своевременно получал производственное задание и необходимую техническую документацию. Сварочные материалы, инструменты и приспособления должны доставляться на рабочее место сварщика вспомогательными рабочими. Сборка изделий под сварку, как правило, производится слесарями сборщиками. Зачистку кромок перед сваркой, а также зачистку швов от шлака и брызг металла поручают, как правило, подсобным рабочим.

Технологическое разделение труда состоит в разбивке всего производственного процесса на технологически однородные операции. Отсюда деление рабочих по профилям. Каждой профессии соответствует чётко ограниченный круг работ. Так, например, профессия сварщика подразделяется на специализации электросварщика ручной дуговой сварки, газосварщика, электросварщика на автоматических машинах, электросварщика на полуавтоматических машинах, сварщика на машинах контактной сварки и т.д.

Квалификационное разделение труда состоит в том, что в зависимости от сложности выполняемой работы все работы и профессии рабочих различаются по квалификационным разрядам. Такое разделение труда производится с учётом производственных навыков рабочих, опыта в работе, владения теоретическими знаниями общего уровня образования необходимого для выполнения определённого круга работ.

Разделение работ по квалификации рабочих позволяет освободить рабочего высокой квалификации от работ, выполнение которых требует простого труда. Выполнение рабочим операции, требующей более высокой квалификации, может привести к снижению производительности труда появлению брака в работе.

С разделением труда связана расстановка рабочих на производстве. При этом возможна такая расстановка, при которой работа может выполняться индивидуально и коллективно.

При индивидуальной организации труда на каждом рабочем месте работает один рабочий. Для неё характерно закрепление за рабочим местом одинаковых или близких по сложности операций.

При коллективной организации труда применяют такие формы, как бригадная работа, совмещение профессий, многостаночное оборудование.

Внедрение научной организации труда на рабочих местах сварочных участков должно обеспечить необходимые условия для эффективной и качественной работы сварщиков с минимальными затратами сил и рабочего времени. Повышение производительности труда и качества сборки и сварки может быть достигнуто в результате осуществления технических (оснащение рабочих мест современным оборудованием и сборочно-сварочными приспособлениями) и организационных (совершенствование организации рабочих мест с учётом эргономических факторов – выбора оптимальной рабочей зоны, уменьшение нагрузок на двигательную-мышечную систему сварщика и т.д.) мероприятий. Они позволяют также уменьшить утомляемость сварщика, сохранять высокую работоспособность в течение всей смены.

Большое значение для организации труда сварщиков имеет современная организационная и технологическая оснастка, которая служит для обеспечения высокого качества работ, наиболее удобных условий работы, хранения и размещения на рабочем месте приспособлений, инструмента, свариваемых деталей и сборочных единиц; сварочных материалов, технической документации и т.п.

Организация труда на рабочем месте в большой степени зависит от его планировки. Правильно запланировать рабочее место – значит рационально расположить оборудование, приспособления, инструмент, свариваемые детали и сборочные единицы, сварочные материалы, наиболее экономно использовать производственную площадь. На рабочих местах должны быть обеспечены нормальные санитарно-гигиенические и эстетические условия труда работающих. Сюда входит надлежащее освещение рабочих мест, поддержание

нормальной температуры воздуха, хорошая вентиляция помещения, сокращение производственного шума и вибраций, цветовое оформление стен и оборудования, чистота и порядок на рабочем месте, применение соответствующие спецодежды и т.д.

Мероприятия по улучшению технологического процесса:

1. Рациональный выбор сварочного оборудования. Внедрена сварочная головка ГСП-2.

2. Повышение уровня механизации за счет сборочно-сварочного приспособления ФЮРА 000001.513.00.000.СБ .

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Финансирование проекта и маркетинг

Маркетинг - это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

Финансирование проекта осуществляется на 50% за счет заказчика, а 50% берет предприятие в банке. Погашение кредита будет осуществляться в соответствии с графиком утвержденным банком выдавшим кредит с учетом процентной ставки банка. Окончательный расчет с банком осуществляется после сдачи оговоренной партии изделия заказчику, и окончательного расчета заказчика с предприятием.

4.2 Сравнительный экономический анализ вариантов

Экономическая часть предназначена для экономической оценки производственного процесса.

Разработка технологического процесса изготовления рештака ФЮРА.КСЮ.271.38Л.513.00.000 СБ допускает различные варианты решения.

Существует базовый вариант изготовления рештака, который используется на ООО «Юргинский машиностроительный завод».

При замене базового варианта технологического процесса сборки и сварки на разработанный, 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 [15]:

$$З_{\pi} = C + E_n \cdot K_y, \quad (9.1)$$

где C - себестоимость единицы продукции, руб/изд;

E_n - норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб/год)/руб;

K_y - удельные капиталовложения, руб/ед.год.

Согласно базовому технологическому процессу сборочные и сварочные операции при изготовлении траверсы производятся на плите с устанавливаемыми винтовыми зажимами и применением технологических жесткостей для соблюдения требуемого расстояния между свариваемыми деталями. Это приводит к увеличению расхода материалов и времени сварки, сборки и слесарной обработки.

Швы выполняются в смеси газов, в качестве сварочного оборудования используется дорогостоящее импортное оборудование фирмы Magtronic.

В предлагаемом технологическом процессе применим сборочно - сварочное приспособление с пневмоприжимами.

Для данного вида сварки применим современное российское сварочное оборудование, которым заменим также дорогостоящее оборудование фирм ESAB и Magtronik.

Проведем технико-экономический анализ сравнения базового и предлагаемого вариантов.

В таблицах 6.1 и 6.2 приведены данные трудоемкости сравнительных вариантов.

4.2.1 Расчет необходимого количества производственного оборудования

Необходимое количество оборудования определяем по формуле [15]:

$$C_p = N_{\Gamma} \cdot T_{\text{шт}} / F_{\text{д}} \cdot K_{\text{вн}}, \quad (9.2)$$

где N_{Γ} - годовая программа выпуска изделия, $N_{\Gamma} = 500$ шт.;

$T_{\text{шт}}$ - норма штучного времени на изготовления изделия, ч.;

$F_{\text{д}}$ - действительный годовой фонд работы оборудования, ч.; $F_{\text{д}} = 3760$ ч. [13].

Определяем необходимое количество вспомогательного оборудования и рабочих и данные расчета сводим в таблицы 9.1 и 9.2. Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования C_p до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [15]:

$$K_{\text{зо}} = C_p / C_{\text{п}} \cdot 100, \quad (9.3)$$

где C_p - расчетное количество оборудования, шт.;

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

Таблица 9.1 - Количество вспомогательного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Номер операции	Наименование оборудования	T _ш , мин	C _р , шт	C _п , шт	K _{зо}
Базовый технологический процесс					
010-025	Приспособление	637,8	1,41	2	71
030-035	Плита	49,4	0,11	1	11

Продолжение таблицы 9.1

Предлагаемый технологический процесс					
010-015	Приспособление	160,87	0,36	1	36
025-035	Плита	465,03	0,86	1	86
045-050	Плита	49,4	0,11	1	11

Определяем необходимое количество сварочного оборудования и данные расчета сводим в таблицу 9.2.

Таблица 9.2 - Количество сварочного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Технологический процесс	C _п , шт	K _{зо}
Базовый	2	71
Предлагаемый	2	61

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

4.2.2 Расчет численности производственных рабочих

Состав рабочих в цехе, подразделяется на следующие группы:

- Основные производственные рабочие;

- Вспомогательные рабочие;
- Инженерно-технические работники (ИТР).

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

$$P_{\text{сп}} = T_{\text{ш}} \cdot N_{\text{г}} / F_{\text{д}} \cdot K_{\text{вн}}, \quad (9.4)$$

$$P_{\text{яв}} = T_{\text{ш}} \cdot N_{\text{г}} / F_{\text{н}} \cdot K_{\text{вн}}, \quad (9.5)$$

где $F_{\text{н}}$ - номинальный фонд времени рабочих, $F_{\text{н}} = 1981$ ч. [7];

$F_{\text{д}}$ - действительный фонд времени рабочих, $F_{\text{д}} = 1740$ ч. [7];

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

Остальные категории работников определим в процентном соотношении от списочного количества рабочих, результаты заносим в таблицу 9.3:

- Вспомогательные рабочие - 25% от количества основных рабочих [7];
- ИТР - 8% от суммы основных и вспомогательных рабочих [7];
- Младший обслуживающий персонал (МОП) - 2% от суммы основных и вспомогательных рабочих [7];
- Контролеры качества продукции - 1% от суммы основных и вспомогательных рабочих [7].

Таблица 9.3 – Количество рабочих на участке

Вариант технологического процесса	Базовый	Предлагаемый
1	2	3
Трудоемкость $T_{\text{ш}}$, ч.	687,2	681,1
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих $P_{\text{сп}}$ и $P_{\text{п}}$, чел.	3,29/4	3,26/4
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих $P_{\text{яв}}$ и $P_{\text{п}}$, чел.	2,89/3	2,86/3
Расчетное/принятое число вспомогательных рабочих $P_{\text{яв}}$ и $P_{\text{п}}$, чел.	1/1	1/1

Расчетная/принятая численность ИТР, чел.	0,4/1	0,4/1
Расчетная/принятая численность МОП, чел.	0,1/1	0,1/1
Расчетная/принятая численность контролеров,	0,05/1	0,05/1

Определяем коэффициент сменности по формуле [7]:

$$k_p = P_{\text{яв}} / P_{\text{яв1}}, \quad (9.6)$$

где k_p - коэффициент сменности,

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

Для базового технологического процесса:

$$k_p = 3/2 = 1,5.$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$k_p = 3/2 = 1,5.$$

4.2.3 Определение удельных капитальных вложений в оборудование и приспособления

Удельные капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [14]:

$$K_o = \frac{Ц_o \cdot (1 + \sigma_m)}{N_r} \cdot C_{\text{п}}, \text{руб./ед.год}, \quad (9.7)$$

где $Ц_o$ - оптовая цена единицы оборудования, руб./ед.,

σ_m - коэффициент, учитывающий затраты на монтаж и транспортно-заготовительные расходы. Принимаем $\sigma_m = 0,10$.,

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

N_r - годовая программа производства изделий, шт., $N_r = 500$ шт.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2018 (смотри таблицу 9.4).

Таблица 9.4 – Оптовые цены на сварочное оборудование

Наименование оборудования	Ц _о , руб
Базовый технологический процесс	
«Magtronik» (500W) 2 шт.	180233
ESABFeed 48-4 м13 2 шт.	
Предлагаемый технологический процесс	

Продолжение таблицы 9.4

ВДГ-401У3 2 шт.	113238
ПДГ-401У3 1 шт.	
ГСП 2 1 шт.	28900
БАРС 1 шт.	

Таблица 9.5 - Удельные и капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		К _о , руб/ед. год
Базовый технологический процесс		
«Magtronik» (500W)	2 шт.	793,03
ESABFeed 48-4 м13	2 шт.	
Предлагаемый технологический процесс		
ВДГ-401У3	2 шт.	498,25
ПДГ-401У,	1 шт.	
ГСП 2	1 шт.	63,58
БАРС	1 шт.	

Удельные капитальные вложения в приспособления определяем по формуле [15]:

$$K_{\text{пр}} = C_{\text{пр}} \cdot C_{\text{п}} / N_{\text{г}}, \quad (9.8)$$

где $C_{\text{пр}}$ - цена единицы приспособления, руб.,

Таблица 9.6 – Удельные капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц _{пр.} руб	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		С _п , шт	К _{пр} , руб/ед.год	С _п , шт	К _{пр} , руб/ед.год
Плита слесарная	53500	1	107	2	214

Продолжение таблицы 9.6

Приспособление сборочно - сварочное	105000	2	420	-	
Приспособление сборочно - сварочное ФЮРА.000001.281.00.000СБ	105400	-	-	1	210,8
ИТОГО	-	-	527	-	424,8

4.2.4 Определение удельных капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Удельные капитальные вложения в здание определяется по формуле[15]:

$$K_{здo} = (S \cdot h \cdot \Pi_{зд}) / N_{г}, \text{ руб./ед.год}, \quad (9.9)$$

где S - площадь рабочего места, м².

Для базового технологического процесса S = 96,9 м².

Для предлагаемого технологического процесса: S = 95,64 м²,

h - высота производственного здания, м, h = 12м [15].

Π_{зд} - стоимость 1м³ здания на 01.01.2016 для цеха № 58 составляет,
Π_{зд}=94 руб/м³

Определяем удельные капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 9.7.

Таблица 9.7 – Удельные капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	К _{здо} , руб./ед.год.
Базовый технологический процесс	
«Magtronik» (500W) ESABFeed 48-4 м13	218,61
Предлагаемый технологический процесс	
ВДГ-401У3 ПДГ-401У3	215,76

4.2.5 Определение затрат на основной материал

Затраты на основной материал определяем по формуле [15]:

$$C_M = m_M \cdot k_{т.з.} \cdot C_M, \text{ руб./изд.}, \quad (9.10)$$

где m_M – норма расхода материала на одно изделие, кг.

C_M – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, 09Г2С, Ст3 на 01.01.2018г.

для стали 14ХГ2САФД $C_M = 40,03$ руб./кг, при $m_M = 370 \cdot 1,2 = 444$ кг;

для стали 09Г2С $C_M = 28,13$ руб./кг, при $m_M = 844,4 \cdot 1,2 = 1013,28$ кг.;

для стали Ст3 $C_M = 30,00$ руб./кг, при $m_M = 27,6 \cdot 1,2 = 33,12$ кг.;

$k_{т.-з}$ —коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.-з}=1,04$ [7].

$$C_{м баз.} = 1,04 \cdot (40,03 \cdot 444 + 28,13 \cdot 1013,28 + 30,00 \cdot 33,12) = 49160,27 \text{ руб./изд.}$$

4.2.6 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на электродную проволоку и покрытые электроды определяем по формуле [15]:

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

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

$g_{п. с.} = 14,74$ кг - для проволоки Св-08Г2С-О;

$k_{р-п.с.}$ - коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [15], $k_{р-п.с.} = 1,02$;

$\Pi_{п. с.} = 77,44$ - стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг по данным ООО «Юргинский машиностроительный завод» на 01.01.2018г.

$$C_{п.сбаз.} = 14,74 \cdot 77,44 \cdot 1,02 = 1164,29 \text{ руб.},$$

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

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

где $g_{з. г.}$ - расход смеси, л /ч;

$k_{т.п.}$ - коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$ [17];

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

$\Pi_{г.з.}$ - стоимость кислорода, м^3 , $\Pi_{г.з.} = 12,43 \text{ руб./м}^3$;

$\Pi_{г.з.}$ - стоимость ацетилена, м^3 , $\Pi_{г.з.} = 383,13 \text{ руб./м}^3$;

T_o - основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 7,24$ ч.

Для базового и предлагаемого технологического процесса $g_{з.г.} = 0,9 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$$C_r = 0,9 \cdot 1,15 \cdot 51,17 \cdot 7,24 = 383,44 \text{ руб/изд.}$$

Для подогрева $g_{з.г.} = 0,75 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Рассчитаем расход кислорода:

$T_o = 0,33 \text{ ч.}$ - на подогрев:

$$C_r = 0,75 \cdot 1,15 \cdot 12,43 \cdot 0,33 = 3,54 \text{ руб/изд.}$$

Рассчитаем расход ацетилена:

$$C_r = 0,75 \cdot 1,15 \cdot 383,13 \cdot 0,33 = 109,05 \text{ руб/изд.}$$

4.2.7 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = (ТС \cdot \Sigma T_{ш}) \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_p \cdot [1 + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)/100], \quad (9.14)$$

где ТС- тарифная ставка на 01.01.2016, руб., ТС– 35,12 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-36,8.

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

$$C_{з.п.сд} = (35,12 \cdot 11,45) \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 36,8/100) = 1287,25 \text{ руб./изд.}$$

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (35,12 \cdot 11,35) \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 36,8/100) = 1276 \text{ руб/изд.}$$

4.2.8 Определение затрат на силовую электроэнергию

В основу расчета норматива затрат на силовую электроэнергию положена [15]:

$$C_{э.с.} = (N_y \cdot K_N \cdot K_{вр} \cdot K_{од} \cdot K_{\omega} / \eta) \cdot C_{\text{э}} \cdot T_o / 60, \quad (9.14)$$

где N_y - установочная мощность источника питания сварочной дуги, кВт,

K_N и $K_{вр}$ - средние коэффициенты загрузки источника питания по мощности и по времени, $K_N = 0,7$ и $K_{вр} = 0,8$ [15];

$K_{од}$ - средний коэффициент одновременной работы, $K_{од} = 1$ [15];

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

η - КПД оборудования. Для базового технологического процесса: $\eta = 0,92$ [15];

$C_{\text{э}}$ - средняя стоимость электроэнергии по данным ООО «Юргинский машиностроительный завод», $C_{\text{э}} = 1,24$ руб.

Затраты на электроэнергию по базовому технологическому процессу:
 $C_{э.с.} = 209,27$ руб.

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу: $C_{э.с} = 209,27$ руб.

4.2.9 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [15]:

$$C_{\text{возд}} = g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} \cdot k_{\text{тп}} \cdot C_{\text{возд}}, \text{ руб./изд,} \quad (9.15)$$

где $g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}}$ - расход воздуха, м³/ч.

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

Для изготовления одной траверсы расход воздуха составляет:

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

$\Pi_{\text{возд}} = 0,19811 \text{ руб/м}^3$, стоимость воздуха на 01.01.2016 г.:

$$C_{\text{возд пр}} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,19811 = 0,27 \text{ руб./изд.}$$

4.2.10 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [9]:

$$C_{\text{ао}} = [\Pi_0 \cdot (1 + \sigma_m) \cdot a_p \cdot \Sigma T_{\text{шк}}] / [100 \cdot F_d \cdot K_{30} \cdot K_{\text{вн}} \cdot 60], \quad (10.16)$$

где a_p - норма годовых амортизационных отчислений на восстановление оборудования, % [9],

K_{30} - коэффициент, учитывающий нормативную нагрузку оборудования.

Принимаем $K_{30}=0,61$,

$K_{\text{вн}}$ - коэффициент, учитывающий выполнение норм выработки. $K_{\text{вн}}=1,2$.

Амортизация оборудования приведена в таблице 9.8.

Таблица 9.8 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	Вариант технологического процесса			
	Базовый		Предлагаемый	
	$a_p, \%$	$C_{\text{ао}},$ руб/ед.год.	$a_p, \%$	$C_{\text{ао}},$ руб/ед.год.
«Magtronik» (500W) ESABFeed 48-4 м13	19,4	93,19		
ВДГ-401 ПДГ-401		-	19,4	58

ГСП-2В			16	12,21
БАРС-2В				

4.2.11 Определение затрат на амортизацию приспособления

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [16]:

$$C_{a.п} = [C_{пр} \cdot (1 + \sigma_m) - C_{рл}] \cdot C_{п} / T_{пог} \cdot N_r, \quad (9.17)$$

где $C_{рл}$ - выручка от реализации выбывших из эксплуатации приспособления, руб/ед, составляет 2%.

$T_{пог}$ - период погашения стоимости приспособлений, лет. $T_{пог} = 5$ лет.

Результаты расчетов сводим в таблицу 9.9

Таблица 9.9 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	C _{пр} , руб C _{рл} , руб	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		Сп, шт.	Сап, руб/ед. год	Сп, шт.	Сап, руб/ед. год
Плита слесарная	53500 1070	1	22,04	2	44,16
Приспособление сборочно - сварочное	105000 2100	2	86,52	-	-
Приспособление сборочно - сварочное ФЮРА.000001.281.00.000СБ	105400 2108	—	—	1	43,42

ИТОГО	-	-	108,56		87,58
-------	---	---	--------	--	-------

4.2.12 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [15]:

$$C_p = [(R_m \cdot \omega_m + R_{\text{э}} \cdot \omega_{\text{э}}) / T_{\text{рц}}] \cdot \Sigma T_{\text{шк}} / (K_{\text{вн}} \cdot 60), \text{ руб.изд.,} \quad (9.18)$$

где R_m $R_{\text{э}}$ - группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_m = 0$ [15]

ω - затраты на все виды ремонта;

$T_{\text{рц}}$ - длительность ремонтного цикла, $T_{\text{рц}} = 8000 \text{ ч.}$ [15].

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 9.10

Таблица 9.10 - Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	$R_{\text{э}}$	$\omega_{\text{э}}$	T, ч	C_p , руб/год.
Базовый технологический процесс				
«Magtronik» (500W) ESABFeed 48-4 м13	8	1849,5	11,45	17,62
Итого:				17,62
Предлагаемый технологический процесс				
ВДГ-401 ПДГ-401	7	1096	11,42	9,07
ГСП-2В БАРС-2В	1	1849,5		14,58
Итого:				23,65

4.2.13 Определение затрат на содержание здания

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле

$$C_{зд.} = (S \cdot C_{ср.зд} \cdot C) / N_{г}, \quad (9.19)$$

где C - принятое количество рабочих мест, ед.

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

Затраты на содержание здания по базовому технологическому процессу:

$$C_{зд.} = (96,9 \cdot 250) / 500 = 48,45 \text{ руб./изд.}$$

По предлагаемому варианту:

$$C_{зд.} = (95,64 \cdot 250) / 500 = 47,82 \text{ руб./изд.}$$

4.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$З_{п} = C + k_n \cdot K_y, \quad (9.20)$$

где C - себестоимость единицы продукции, руб./ед.,

k_n - норма эффективности дополнительных капитальных затрат,
 $k_n - 0,15$ (руб./ед)/руб. [15].

K_y - удельные капитальные вложения, руб./ ед.год.

Себестоимость единицы продукции определяется по формуле:

$$C = C_{м} + C_{в.м.} + C_{зп.сд.} + C_{эс} + C_{возд} + C_{а} + C_{р} + C_{зд}, \quad (9.21)$$

где $C_{м}$ - затраты на основной материал, руб.;

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

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

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

$C_{возд.}$ - затраты на сжатый воздух, руб.;

C_a - затраты на амортизацию оборудования и приспособлений, руб.;

C_p - затраты на ремонт оборудования, руб.;

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

Удельные капитальные вложения находим по формуле:

$$K_y = K_o + K_{пр} + K_{здо} + K_{зпп}. \quad (9.22)$$

Определим количество приведенных затрат по базовому технологическому процессу:

$$K_y = 793,03 + 527 + 218,61 = 1538,64 \text{ руб./ед. год},$$

$$C = 49160,27 + 1660,31 + 1287,25 + 209,27 + 0,27 + 93,19 + 108,56 + 17,62 + 48,45 = 52584,92 \text{ руб./изд.},$$

$$З_{п}^1 = 52584,92 + 0,15 \cdot 1538,64 = 52815,72 \text{ руб./изд.}$$

Определим количество приведенных затрат по предлагаемому технологическому процессу:

$$K_y = 561,83 + 424,8 + 215,76 = 1202,39 \text{ руб./изд.},$$

$$C = 49160,27 + 1660,31 + 1276 + 209,27 + 0,27 + 70,21 + 87,58 + 23,65 + 47,82 = 52535,38 \text{ руб./изд.},$$

$$З_{п}^2 = 52535,38 + 0,15 \cdot 1202,39 = 52715,74 \text{ руб./изд.}$$

Рассчитаем величину экономического эффекта по формуле:

$$\Xi = З_{п}^1 - З_{п}^2, \quad (9.23)$$

$$\Xi = (З_{п}^1 - З_{п}^2) \cdot N_r. \quad (9.24)$$

Величина экономического эффекта на единицу изделия составит:

$$\Xi = 52815,72 - 52715,74 = 99,98 \text{ руб./изд.}$$

Величина экономического эффекта от выпуска годовой производственной программы:

$$\Xi = (52815,72 - 52715,74) \cdot 500 = 49990 \text{ руб.}$$

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

4.4 Основные технико-экономические показатели участка

1	Годовая производственная программа, шт	500
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	61
3	Производственная площадь участка, м ²	95,64
4	Количество оборудования, шт	2
5	Количество основных рабочих, чел	3
6	Количество рабочих в первую смену, чел	2
7	Количество вспомогательных рабочих	1
8	Количество ИТР	1
9	Количество МОП	1
10	Количество контролеров	1
11	Разряд основных производственных рабочих	4
12	Экономический эффект от внедрения нового технологического процесса в год, руб.	49990

Для снижения себестоимости изделия предложена замена технологического оборудования и сборочно-сварочного приспособления, посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгоде предлагаемого технологического процесса.

5 Социальная ответственность

5.1 Характеристика объекта исследования

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

При изготовлении основания на участке используется следующее оборудование:

- полуавтомат ПДГ - 401УЗ	1 шт.
- выпрямитель ВДГ – 401УЗ	2 шт.
- приспособление сборочно-сварочное	
ФЮРА.000001.513.00.000 СБ	1 шт.
- стенд для автоматической сварки с головкой сварочной ГСП-2	1 шт.
- блок управления автоматической сваркой БАРС – 2В	1 шт.
- плита	1 шт.

- кран-балка

1 шт.

Перемещение изделия производят двумя кран-балками и цеховым мостовым краном. Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется четырьмя окнами, расположенными в стене здания, а также восьмью светильниками расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона. Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери. На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 95,64 \text{ м}^2$, в том числе, площадь, занимаемая оборудованием $S_{об} = 2,1 \text{ м}^2$.

5.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов на данном участке

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.

Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

При сварке в зону дыхания работающих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твёрдой фазы окислы различных металлов

(марганца, хрома, никеля, меди, алюминия, железа и др.), их оксиды и другие соединения, а также токсичные газы (окись углерода, озон, фтористый водород, окислы азота и т.д.). Количество и состав сварочных аэрозолей, их токсичность зависят от химического состава сварочных материалов и свариваемых металлов, вида технологического процесса. Воздействие на организм выделяющихся вредных веществ может явиться причиной острых и профессиональных хронических заболеваний и отравлений.

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

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

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

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 составлять 0,5-6 кал/см²*мин.

Производственный шум

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- полуавтоматы ПДГ - 401У3;
- выпрямители ВДГ - 401У3;
- стенд для автоматической сварки с головкой сварочной ГСП-2;
- блок управления автоматической сваркой БАРС – 2В
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток (m = 2 кг) ГОСТ 2310 - 77, шабер,

машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364 – 80.

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

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 [14].

Статическая нагрузка на руку

Статическая нагрузка – поддержание человеком усилий без перемещения тела, рук и ног в пространстве. Она характеризуется произведением массы груза на длительность его удержания. Величина статической нагрузки является одним из основных показателей тяжести труда. Статическая работа более утомительна, чем динамическая. Это объясняется тем, что напряжение мышц длится непрерывно, сосуды в них сдавлены и

нормальное кровообращение затруднено, что приводит к застою крови.

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) [14].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, горелку газовую Г2 – А (весом 4,5 кг) при проведении операции нагрева и термообработки; необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п.

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.

Движущиеся механизмы. На проектируемом участке сборки и сварки рештака находится кран мостовой, грузоподъемностью 20т. Опасность представляет процесс кантовки рештака. Во время кантовки необходимо, чтобы никто посторонний не находился в кабине. Стропальщик должен работать под непосредственным контролем сборщика.

Завозка в цех заготовок в цех производится автотранспортом, в связи с этим следует проявлять осторожность и не приближаться к движущейся машине.

5.3 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.

5.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата участка. Вентиляция и кондиционирование

В реальной обстановке в цехе 58 ООО «Юргинский машиностроительный завод» фиксировалась температура воздуха от $T = + 7 + 10$ °С до $T = + 25 + 35$ °С, относительная влажность $\varphi = 60-70$ %, скорость движения воздуха на рабочем месте $v = 0,4 - 2$ м / с.

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

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

Определим необходимый объём воздуха L , удаляемый от местных отсосов по формуле[14]:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V, \quad (8.1)$$

где F – суммарная площадь рабочих проёмов и неплотностей, м^2 ;
 V – скорость всасывания воздуха на рабочем участке, м/с ;
 $V = 0,5 \text{ м/с}$.

$$L = 3600 \cdot 0,04 \cdot 0,5 = 72 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Из расчета видно, что объём 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 – 4700 SP с двигателем типа АИР 80В2У3, мощностью 2,2 кВт.

5.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

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

Сопrotивление 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.

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

противошумные наушники или вкладыши «Беруши».

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

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.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания, такие как респираторы, должны защищать органы дыхания от пылевых аэрозолей с помощью фильтра.

Для защиты глаз рабочего от пыли, возможных повреждений применяют защитные очки ЗПР.

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 навывпуск.

5.6 Психофизиологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном участке

В психологической оценке труда важное значение придаётся тяжести и напряжённости труда. Для обеспечения условий, способствующих максимальной производительности труда, необходимо учитывать психологические особенности производственных рабочих. Разрабатывать и внедрять мероприятия по созданию благоприятного психологического микроклимата в коллективе, высокой заинтересованности в труде и его результатах, так как при работе на участке рабочие испытывают нервно-психические перегрузки: умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжения анализаторов, монотонность труда и т.д.

Психофизиологическими направлениями повышения производительности труда и снижения утомляемости является: правильное чередование труда и отдыха; рациональная окраска и освещение помещений (зелёные тона); создание благоприятных отношений в коллективе (в чём велика роль руководителя), так как устранение отрицательных эмоций предупреждает развитие заболеваний; создание на участке оптимального микроклимата, то есть устранение запылённости, загазованности, шума и т.д.

5.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени

Сварочное производство соответствует категории Г. То есть в производство обращаются следующие материалы: негорючие вещества и

материалы в горячем, раскалённом и расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр, пламени.

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).

5.8 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды

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 рештаков конвейера забойного ФЮРА.КСЮ271.38Л.281.00.000 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 [14].

Охрана водного бассейна.

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде [14].

Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки рештаков 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 [14].

5.9 Заключение

В предлагаемом процессе изготовления рештака используется сборочно-сварочное приспособление с пневмоприжимами, которое облегчают сборку изделия, чем снижает нагрузку на выполняющих данную работу рабочих. Также данное приспособление позволило отказаться от приварки и срезания технологических жёсткости, что позволило снизить время сварки и зачистки поверхностей изделия, а соответственно выделить вредных газов, пыли и

снижение время облучения сварщика.

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.КСЮ.271.38Л.513.00.000СБ, на котором совместно с мостовым краном используются две кран-балки грузоподъемностью $Q = 2\text{тс.}$, предназначенной для исключения простоев в работе, вызванных ожиданием цехового крана.

Произведена замена выпрямителя «Magtronik» (500W) в комплекте с полуавтоматом ESABFeed 48-4 м13 на выпрямитель ВДГ-401 в комплекте с полуавтоматом ПДГ-401

Для сборки-сварки рештака в целом применены приспособления ФЮРА.000001.513.00.000СБ и стенд для автоматической сварки ФЮРА.000003.513.00.000СБ.

В результате перечисленных нововведений время изготовления рештака сократилось на 0,03 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 – 95,64 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 61%;

Экономический эффект на годовую программу – 49990 рублей.

Список использованных источников

1. Кисаримов Р. А. Справочник сварщика. – М.: И П РадиоСофт, 2007 – 288 с.
2. Марочник сталей и сплавов / М.М. Колосков, Е.Т Долбенко, Ю.В. Коширский и др.; под общей М28 ред. А.С Зубченко – М.: Машиностроение, 2001. 627с.:ИЛЛ.
3. Сварочные материалы для дуговой сварки. Б. П. Конищев, Н. Н. Потапов, С. А. Курланов. М.: Машиностроение, 1989. – 544 с.
4. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.
5. Акулов А.И, Бельчук Т.А./Технология и оборудование сварки плавлением. Ленинград. «Машиностроение» -1977. - 432с.
6. Оботуров В.И. Дуговая сварка в защитных газах. М: Стройиздат, 1989 232с.
7. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1980. – 319с.
8. Ахумов А.В. Справочник нормировщика. Ленинград, «Машиностроение», 1986, 458с.
9. Прох Л.Ц., Явурская В.И. Справочник по сварочному оборудованию. М.: Машиностроение, 1978. – 152с.
10. Механизмы перемещения горелок сварочных полуавтоматов [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<http://www.svarkainfo.ru/rus/equipment/weldingapparatus/mechanism/?pid=98>
11. Маслов Б. Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
12. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование

и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000.-24с.

13. Севбо П.И. Конструирование и расчет механического сварочного оборудования. Киев. «Наукова думка», 1978, - 397с.

14. Ансеров Ю.М. Машиностроение и охрана окружающей среды. М.: Машиностроение, 1976 – 342с.

15. Великанов А.П. Экономический расчет технологического процесса. М.: Машиностроение, 1982, 567с.

16. Аснис А. Е., Гутман Л.М. и др. Сварка в смеси активных газов. – Киев. «Наукова думка», 1982, - 216с.