

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

Институт Юргинский технологический институт

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

Отделение промышленных технологий

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА
СБОРКИ-СВАРКИ КОНСОЛИ КРЕПИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ
МКЮ4У.54**

УДК 621.757:621.791:622.28-216.74.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А41	Мачеков П.С.		

Руководитель

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

Нормоконтроль

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Юрга – 2019 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

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

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

Руководитель ВКР

А.В. Крюков

Студент гр. 3-10А41

П.С. Мачеков

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

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение»,

профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Отделение промышленных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. руководителя

отделения промышленных технологий

М.А. Кузнецов

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломный проект

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А41	Мачеков Павел Сергеевич

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки консоли крепи механизированной МКЮ4У.54

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

31.01.2019 г. № 9/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Материалы преддипломной практики

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).

1. Обзор литературы.
2. Объект и методы исследования.
3. Расчет и аналитика.
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.
5. Социальная ответственность.

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей.)</p>	<p>ФЮРА.0МКЮ4У.162.00.000 СБ Консоль Формат А1 ФЮРА.000001.162.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное Формат А1 ФЮРА.000002.162 ЛП План участка Формат А1 ФЮРА.000003.162 ЛП Карта организации труда Формат А1 ФЮРА.000004.162 ЛП Система вентиляции участка Формат А1 ФЮРА.000005.162 ЛП Карта директивного технологического процесса Формат А1</p>
---	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов.)

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

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

<p>Дата выдачи задания на выполнение вы квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А41	Мачеков П.С.		

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

Институт Юргинский технологический институт

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

Отделение промышленных технологий

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

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
на выполнение выпускной квалификационной работы

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

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

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

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

Юрга – 2019 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А41	Мачекову Павлу Сергеевичу

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

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

Оценка стоимости производства по базовому технологическому процессу консоли крепи механизированной МКЮ4У.54

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А41	Мачеков П.С.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А41	Мачекову Павлу Сергеевичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование и участка сборки-сварки консоли крети механизированной МКЮ4У.54</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 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).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме:</p>	<p>ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.</p> <p>ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.4.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности.</p> <p>Правила устройства электроустановок. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002.</p> <p>Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.</p> <p>Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548.96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.</p> <p>СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.*</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредностей, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной - защиты, затем – индивидуальные защитные средства).
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов</p>	<ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты);

проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	<ul style="list-style-type: none"> - термические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т. ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
3. Охрана окружающей среды:	<ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны; - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров).	.

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
3-10А41	Мачеков П.С.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа: 115 листов, 2 рисунка, 16 таблиц, 25 источников, 3 приложения, 9 листов графического материала.

Ключевые слова: консоль крепи механизированной, сталь, сборка, сварка, оборудование, свариваемость, технологичность.

Объектом исследования является технология изготовления сварной конструкции консоли крепи механизированной МКЮ4У.54.

Цель работы – проектирование участка сборки-сварки консоли крепи механизированной МКЮ4У.54.

Работа представлена введением, определением, обозначением, сокращением, нормативными ссылками, пятью разделами и заключением, так же приведен список используемых источников.

В «Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки» содержит определения, необходимые для уточнения или установления терминов, перечень условных обозначений, символов, сокращений, применяемых в ВКР, содержит перечень стандартов, на которые в тексте даются ссылки.

В первом разделе «Обзор литературы» кратко представлена информация о состоянии решаемой задачи.

Во втором разделе «Объект и методы исследования» представлено описание консоли крепи механизированной МКЮ4У.54, сформулирована задача представленной ВКР.

В третьем разделе «Расчет и аналитика» произведен выбор метода сварки и сварочных материалов, рассчитаны режимы сварки, выбрано сварочное оборудование. Произведено техническое нормирование операций, определен состав элементов производства, выполнен расчёт и конструирование оснастки, планировка участка сборки и сварки.

В четвертом разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» произведен сравнительный экономический расчет базового и предложенного варианта изготовления консоли.

В пятом разделе «Социальная ответственность» произведено обоснование мер социальной ответственности разработанной технологии.

В заключении содержится анализ результатов разработки технологии и проектирования участка сборки и сварки консоли крепи механизированной МКЮ4У.54.

Abstract

Final qualifying work: 115 sheets, 2 figures, 16 tables, 25 sources, 3 applications, 9 sheets of graphic material.

Keywords: mechanized support console, steel, Assembly, welding, equipment, weldability, manufacturability.

The object of study is the technology of manufacture of welded structures the console MKIO4Y mechanized roof supports.54.

Purpose – design phase of the Assembly welding of the bolting mechanized console MKIO4Y.54.

The work is presented by introduction, definition, designation, abbreviation, normative references, five sections and conclusion, as well as a list of used sources.

In "Definitions, designations, abbreviations, normative references" contains the definitions necessary to clarify or establish terms, a list of symbols, symbols, abbreviations used in the WRC, contains a list of standards to which the text refers.

The first section "literature Review" briefly presents information on the status of the problem.

In the second section "Object and methods of research" is a description of the console support mechanized MKYU4U.54, the task of the submitted WRC is formulated.

In the third section "Calculation and Analytics" the choice of welding method and welding materials, calculated welding conditions, selected welding equipment. Technical regulation of operations is made, the structure of elements of production is defined, calculation and design of equipment, planning of a site of Assembly and welding is executed.

In the fourth section "Financial management, resource efficiency and resource saving" made a comparative economic calculation of the base and the proposed

version of the console.

In the fifth section "Social responsibility" the substantiation of measures of social responsibility of the developed technology is made.

The conclusion contains an analysis of the results of development of technology and the design of the section Assembly and welding of the bolting mechanized console MKIO4Y.54.

Содержание

Введение	18
Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	19
1 Обзор литературы	21
1.1 Регулирование образования шва за счет режима сварки	21
1.2 Регулирование формированием шва за счет принудительного формирования	23
1.3 Регулирование формированием шва за счет применения способов с программным изменением параметров сварки	24
1.4 Управление формой шва за счет комбинирования способов сварки	26
1.5 Выводы	27
2 Объект и методы исследования	29
3 Расчет и аналитика	30
3.1 Теоретический анализ	30
3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов	30
3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки	36
3.2 Инженерный расчет	39
3.2.1 Расчёт режимов сварки	39
3.2.2 Технологический анализ выбранного производства	43
3.2.3 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	45
3.2.4 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	46
3.2.5 Техническое нормирование операций	47
3.2.6 Выбор технологического оборудования	50

3.2.7	Контроль технологических операций	53
3.2.8	Разработка технической документации	55
3.3	Конструкторский расчет	56
3.3.1	Общая характеристика механического оборудования	56
3.3.2	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	57
3.3.3	Расчёт элементов сборочно-сварочных приспособлений	58
3.4	Эргономическое проектирование	60
3.4.1	Состав сборочно-сварочного цеха	60
3.4.2	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	61
3.4.3	Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	62
3.4.4	Расчёт необходимого количества производственного оборудования	66
3.5	Определение состава и численности работающих	68
3.6	Планировка заготовительных отделений	70
3.7	Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	71
3.8	Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений	72
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	74
4.1.	Расчет объема капитальных вложений	79
4.1.1	Стоимость технологического оборудования	79
4.1.2	Стоимость вспомогательного оборудования	80
4.1.3	Стоимость инструментов, приспособлений инвентаря	80
4.1.4	Стоимость эксплуатируемых помещений	81
4.1.5	Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах	82
4.1.6	Оборотные средства в незавершенном производстве	82
4.1.7	Оборотные средства в запасах готовой продукции	83

4.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности	84
4.1.9	Денежные оборотные средства	84
4.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	85
4.2.1	Основные и вспомогательные материалы за вычетом реализуемых отходов	86
4.2.2	Расчет заработной платы производственных работников	86
4.2.3	Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	87
4.2.4	Расчет амортизации основных фондов	88
4.2.4.1	Расчет амортизации оборудования	88
4.2.4.2	Расчет амортизационных отчислений зданий	89
4.2.5	Отчисления в ремонтный фонд	90
4.2.6	Затраты на силовую электроэнергию	91
4.2.7	Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь	91
4.2.8	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	92
4.2.9	Заработная плата административно-управленческого персонала	92
4.3	Экономическое обоснование технологического проекта	93
5	Социальная ответственность	96
5.1	Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения вредных и опасных производственных факторов	96
5.2	Законодательные и нормативные документы	97
5.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	98
5.3.1	Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	98
5.3.2	Производственный шум	99
5.3.3	Статическая нагрузка на руку	100

5.3.4 Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги	101
5.3.5 Электромагнитные излучения	102
5.3.6 Вибрация	103
5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	104
5.4.1 Электрический ток	104
5.4.2 Термические ожоги	105
5.4.3 Механический травматизм	106
5.5 Охрана окружающей среды	107
5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	108
5.7 Правовые, организационные вопросы обеспечения безопасности	109
Заключение	112
Список используемых источников	113
Приложение А Технологический процесс сборки-сварки	
Приложение Б Спецификация Консоль	
Приложение В Спецификация Приспособление сборочно-сварочное	
Диск CD	в конверте на обороте обложке
Графическая часть	на отдельных листах
ФЮРА.0МКЮ4У.162.00.000 СБ Консоль	Формат А1
ФЮРА.000001.162.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное	Формат А1
ФЮРА.000002.162 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.162 ЛП Карта организации труда	Формат А1
ФЮРА.000004.162 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000005.162 ЛП Карта директивного технологического процесса	Формат А1

Введение

Сварка является одной из наиболее распространенных технологических процессов получения соединений (неразъемных) из различных материалов. Основное применение - сварка различных металлоконструкций и ремонт изделий. Свойства сварного соединения стараются получить не хуже чем у основного металла [1].

Во всех отраслях машиностроения внедряются технологические процессы сварки позволяющие повысить производительность процесса без потери качества изготавливаемого изделия. Процессы сварки должны обеспечивать получение неразъемных соединений для большинства конструкционных материалов различной толщины.

Решение задач по повышению эффективности производства процесса сварки достигается за счет научно-технического прогресса. Для этого находят применения различные системы управления и формирования дуги, системы механизации и автоматизации процесса [1].

Механизация и автоматизация могут быть как частичными так комплексными. Частичная механизация и автоматизация охватывают предназначена лишь для отдельных операций производственного процесса. При комплексной же механизация и автоматизация весь процесс изготовления изделия выполняется при помощи машин и механизмов, установленных в строгом технологическом порядке, согласно технологическому процессу.

В сварочном производстве механизация и автоматизация достигается за счет использования различных сборочно-сварочных приспособлений, порталных машин, использование роботов, а также создание автоматизированных линий изготовления изделия.

В современных условиях не мало важную роль играет и повышение квалификации работников. Это обусловлено развитием оборудования

используемого в сварочном производстве.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

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

помещениях жилых и общественных зданий»;

р) ФЗ «Об основах охраны труда в РФ» от 17.07.1999 г. (№ 181-ФЗ);

с) СНиП 2.09.03-85 «Сооружения промышленных предприятий»;

т) СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов»;

у) ТУ 8572-017-00302190-93 «Костюмы мужские для сварщиков, защищающие от искр, брызг расплавленного металла»;

ф) ГОСТ 12.4.010-75 СИЗ «Рукавицы специальные»;

х) ГОСТ 12.4.002-97 ССБТ «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации»;

ц) СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»;

ч) СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;

ш) ФЗ №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера» от 21.12.94 г.;

щ) ГОСТ 12.4.009-83 «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды, размещение и обслуживание»;

э) СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;

ю) СНиП 31-03-2001 «Производственные здания».

В работе использовались следующие сокращения и обозначения:

1) ЧС – чрезвычайная ситуация;

2) НОТ – научная организация труда;

3) КПД – коэффициент полезного действия;

4) ВИК – визуально-измерительный контроль;

5) ИТР – инженерно-технические работники;

6) МОП – младший обслуживающий персонал;

7) СИЗ – средства индивидуальной защиты;

8) ОШЗ – околосшовная зона;

9) ФЗ – федеральный закон;

10) ТУ – технические условия.

1 Обзор литературы

1.1 Регулирование образования шва за счет режима сварки

Оказание влияния отдельных параметров режима сварки на производительность процесса, форму и размеры швов изучалось многими исследователями, результаты работ которых можно разделить следующим образом: изменение объема сварочной ванны, манипуляция электродом, введение дополнительного присадочного прутка.

1. Модификация объема сварочной ванны. При свободном формировании шва решающую роль играет масса ванны. Выбирая режим, при котором масса ванны не превышает критического значения, можно обеспечить нормальный процесс формирования шва, исключая появление прожогов, натеков и т.п. Проплавление основного металла при сварке в защитных газах изучалось в работах Петрова А.В. Одним из основоположников сварки в защитных газах можно считать Новожилова Н.М., который не только рассмотрел основы металлургии дуговой сварки в активных защитных газах, но и предложил использование оптимальных режимов для получения качественного сварного шва [2].

2. Манипуляция электродом. Колебания уменьшают опасность появления прожогов и возможность стекания металла при наклонном положении сварочной ванны, а также уменьшают выпуклость шва со стороны дуги, что облегчает сварку последующих слоев. Применение поперечных колебаний возможно при большой толщине металла. Нагрев и охлаждение металла ванны можно достаточно эффективно регулировать с помощью колебательных движений электрода. Г.Г. Чернышевым предложено и исследовано применение поперечных колебаний электрода при сварке в углекислом газе корневого шва неповоротных стыков труб. Вопрос удержания

ванны в потолочном и вертикальном положениях решается поперечными колебаниями электрода. Сварка с поперечными колебаниями электрода дает возможность изменить соотношение длины и ширины ванны. Так при сварке без колебаний длина ванны превышает ширину больше, чем в 2 раза, что приводит к значительному провисанию ванны. Техника сварки с колебательными движениями электрода широко применяется при ручной сварке. Управление ванной и процессом формирования шва производится также регулированием угла наклона горелки таким образом, чтобы, сохраняя «окно», удерживать сварочную ванну от стекания. При зазоре более 4 мм возникают трудности с удержанием сварочной ванны и формированием обратного валика. В этом случае снижают сварочный ток, увеличивают угол наклона горелки и применяют поперечные колебания «полумесяцем», двигаясь постоянно вдоль границы сварочной ванны. При слишком большом зазоре следует формировать в нижней части стыка «полку» для удержания жидкого металла. Заварка корня производится с поперечными колебаниями «полумесяцем» с задержкой дуги на кромках [3].

3. Введение дополнительного присадочного прутка. Повысить эффективность использования тепла расплава ванны можно за счет дополнительного присадочного материала и подбора оптимальных параметров режима сварки [4].

1.2 Регулирование формированием шва за счет принудительного формирования

Разнообразные формирующие устройства применяются, в основном, при сварке под флюсом или электрошлаковой сварке, с помощью формирующего давления можно эффективно регулировать проплавление при сварке труб.

1. Формирующие устройства. Заданный профиль шва наиболее просто можно получить, применяя различные формирующие устройства. При сварке в нижнем положении обратная сторона шва формируется специальными медными подкладками или слоем флюса. Формирующие устройства позволяют вести сварку на высокопроизводительных режимах большой мощности, недостижимых при сварке на весу. Примером может служить сварка вертикальных швов в защитных газах с принудительным формированием с помощью охлаждаемых ползунков [3].

2. Формирующее давление. К способам принудительного воздействия на формирование шва относится способ формирующего давления, заключающийся в том, что на стыке, подлежащем сварке, устанавливаются снаружи или изнутри съемную камеру, в которой создается давление. Разность давлений внутри и снаружи стыка, противодействуя силе тяжести, способствуют получению заданного одинакового размера проплава, независимо от пространственного положения ванны [5].

1.3 Регулирование формированием шва за счет применения способов с программным изменением параметров сварки

Этому способу можно отнести сварку пульсирующей дугой (механизированные способы сварки на частотах до 25 Гц), сварку модулированным током (ручная дуговая сварка), импульсно-дуговую сварку (механизированные способы сварки на частотах более 25 Гц), сварку с импульсной подачей электродной проволоки.

1. Пульсирующая дуга. Одним из выдающихся исследователей в этой области является Ф.А. Вагнер, который не только систематизировал, но и разработал способы сварки пульсирующей дугой. В его работе изучены

особенности формирования структуры в угловых швах низколегированных сталей при сварке, в вертикальном положении пульсирующей дугой в среде углекислого газа. Показано, что измельчение кристаллитов и изменение направления их роста происходит в результате последовательной многослойной кристаллизации в условиях существования комплекса теплофизических и технологических факторов [6].

2. Сварка модулированным током. Необходимые размеры шва могут быть достигнуты только путем регулирования паузы и импульса тока при неизменных токах паузы и импульса. На практике это позволяет снизить до минимума количество регулировок источника питания, упростить и ускорить процесс настройки на режим сварки и упростить технику сварки [7].

3. Импульсно-дуговая сварка. Определенные возможности для управления формированием шва заложены в импульсно-дуговой сварке, при которой за счет периодического охлаждения ванны создаются условия, препятствующие деформации фронта затвердевания. Эти вопросы рассматривали в своих работах исследователи: Дюргеров Н.Г., Сагиров Х.Н., Потапьевский А.Г., Ленивкин В.А., Наложение импульсов позволяет существенно повысить интенсивность и устойчивость дугового разряда, изменяются гидродинамические процессы в сварочной ванне и условия ее затвердевания. Импульсное повышение давления дуги улучшает формирования шва, валик шва становится мелкочешуйчатым, наблюдается измельчение микроструктуры, связанное с ударным воздействием переносимых капель. В работах исследовано влияние изменений вылета электрода на геометрические параметры швов при импульсно-дуговой сварке плавящимся электродом. Установлено, что применение системы автоматической стабилизации средних значений напряжения на дуге с воздействием на параметры импульсов источника не позволяет компенсировать изменения ширины шва. Система автоматической стабилизации средних значений напряжения на дуге и сварочного тока с воздействием соответственно на параметры импульсов

источника и скорость подачи электродной проволоки устраняет уменьшение ширины шва, вызванное увеличением вылета электрода. Авторами исследовано влияние параметров импульсов на формирование шва при импульсном питании сварочной дуги в CO_2 [8].

4. Импульсная подача электродной проволоки. Также к процессу импульсно-дуговой сварки с некоторым допущением можно отнести сварку с импульсной подачей сварочной проволоки.

В работе Воропай Н.М. проведен анализ технических и технологических возможностей импульсной подачи электродной проволоки в процессах дуговой сварки и наплавки. Некоторые особенности дуговой механизированной сварки алюминия с управляемой импульсной подачей электродной проволоки рассмотрены в работе Лебедева В.А., в которой показано, что применение новых регулировочных механизмов импульсной подачи электродной проволоки при механизированной дуговой сварке сплавов алюминия позволило существенно улучшить формирование металла шва [9].

1.4 Управление формой шва за счет комбинирования способов сварки

Возможно комбинирование пульсирующего теплового потока с колебаниями электрода, когда в моменты при максимальной мощности дуга направляется на кромки, а при минимальной – на середину шва. Разработкой новой технологии дуговой сварки в защитных газах на основе применения пульсаций газовых потоков и потенциалов ионизации занимались исследователи Новиков О.М. и Радько Э.П. в работе «Разработка новой технологии дуговой сварки в защитных газах на основе применения пульсаций газовых потоков и потенциалов ионизации».

Здесь показано, что по сравнению с традиционной технологией дуговой

сварки в защитных газах без пульсаций новая технология более эффективна для получения бездефектных швов. Повышение эффективности новой технологии может быть достигнуто за счет совместного действия пульсаций и продольных колебаний электрода [2].

1.5 Выводы

Разбор источников показал, что при сварке в положениях, отличных от нижнего, для изменения объема сварочной ванны (веса сварочной ванны, а, следовательно, и сил, действующих на сварочную ванну) применяют различные технологические приемы и способы сварки плавлением. Анализ способов выявил наличие недостатков, так, например, выбор способа с использованием поперечных колебаний электрода зависит от высокой квалификации сварщика, так как для удержания сварочной ванны на вертикальной плоскости необходимо производить сложные движения электродом, при которых изменяется его вылет, нарушаются условия переноса металла и формирования шва. Способ формирующего давления требует дополнительных устройств для герметизации соединения, а при наличии водоохлаждаемых формирующих устройств изменяется механизм кристаллизации сварочной ванны. Сварка электрической дугой, управляемой магнитным полем, используется в основном для сварки деталей малых толщин, также имеет свои недостатки, а именно, требуется более высокая точность подготовки торцов свариваемых деталей. Усложнение конструкции горелки также затрудняет использования приема наложения магнитного поля при механизированной сварке. Основным недостатком способа сварки, под флюсом пульсирующей дугой – сварка в нижнем положении, поэтому в промышленности широкое применение находит только односторонняя однопроходная автоматическая сварка. Наиболее

эффективными, с точки зрения автора, являются импульсно-дуговые методы сварки. Импульсно-дуговая сварка позволяет снижать среднее значение сварочного тока при поддержании стабильного горения сварочной дуги, что приводит к уменьшению размеров сварочной ванны и, как следствие, ее удержанию в различных пространственных положениях. Стабильность горения дуги позволяет лучше удерживать жидкий металл давлением сварочной дуги. Таким образом, способы импульсно-дуговой сварки создают наиболее благоприятные условия для управления сварочной ванной, а также получения сварного соединения с заданными свойствами, что, в конечном итоге, позволяет повысить качество сварки в различных пространственных положениях [2].

2 Объект и методы исследования

Объектом исследования является разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки консоли крепи механизированной МКЮ4У.54.

Изготавливаемое изделие – консоль является составной частью стрелы крепи механизированной МКЮ.4У поддерживающе – оградительного типа, предназначенной для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах.

Консоль представляет собой сварную конструкцию, состоящую из огромного количества деталей и узлов. Основу сборочной единицы составляет лист верхний поз.6, стенки поз.7, прогона поз.8. и щитов поз.14 и 15. В качестве основного материала для изготовления консоли используют сталь марки 14ХГ2САФД и 10ХСНД.

Задачей данной выпускной квалификационной работы является: разработка участка сборки-сварки консоли крепи механизированной МКЮ4У.54, выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов, расчёт режимов сварки и выбор необходимого сварочного оборудования, техническое нормирование операций, определение потребного состава всех необходимых элементов производства, расчёт и конструирование оснастки, планировка участка сборки и сварки, экономический расчет предложенного варианта изготовления и обоснование мер социальной ответственности разработанного производства.

Все вышеперечисленные разработки должны обеспечить качественный процесс изготовления изделия при оптимальном уровне механизации и автоматизации производства.

3 Расчет и аналитика

3.1 Теоретический анализ

3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов

Изготавливаемое изделие – консоль крепи механизированной МКЮ4У.54. В качестве основных материалов используют, стали: 14ХГ2САФД и 10ХСНД.

Химический состав и механические свойства сталей приведены в таблицах 1, 2 и 3 соответственно [10]:

Таблица 1 – Химический состав стали 10ХСНД [10]

Массовая доля элемента, %									
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0,12	0,8÷1,1	0,5÷0,8	0,5÷0,8	0,04	0,035	0,6÷0,9	0,008	0,4÷0,6	0,08

Таблица 2 – Химический состав стали 14ХГ2САФД [10]

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 – Механические свойства сталей [10]

Марка	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %
10ХСНД	540	400	19
14ХГ2САФД	550÷590	390÷430	20

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

Для этих видов сталей рекомендуются следующие способы сварки:

- а) механизированная и автоматическая сварка в защитных газах;
- б) в азоте электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм;
- в) автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм;
- г) электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [1].

Выбираем сварку в среде защитной смеси $Ar+CO_2$ плавящимся электродом. Этот способ сварки характеризуется следующими факторами:

- а) имеется возможность вести механизированную и автоматическую сварку, а так как в изготавливаемом изделии есть сварные швы протяженностью больше 1 м, то возможность использования автоматической сварки очень важна;
- б) высокая производительность;
- в) высокие механические свойства сварных соединений;
- г) меньшая склонность к образованию горячих трещин;
- д) значительное уменьшение сварочных брызг и сокращение затрат на зачистку изделия;
- е) меньшая себестоимость сварочных работ.

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 по ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12мм. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен.

К каждому мотку прикреплена бирка с названием завода-изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках.

Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 4 и 5 [11].

Таблица 4– Химический состав проволоки [11]

Марка проволоки	Массовая доля элементов, %								
	С	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Al	S	P
								не более	
Св-08Г2С-О	0,05÷0,11	0,7÷0,95	1,8÷2,1	0,2	0,25	–	0,05	≤0,025	≤0,03

Таблица 5– Механические свойства металла шва [11]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	КСУ, Дж/см ²	
			20°С	0°С
Св-08Г2С-О	510	24	86	–

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны используется смесь Ar и CO₂. Смесь изготавливается в соотношении 18 – 20% углекислоты и 80 – 82% аргона согласно требованиям ТУ 2114-004-00204760-99.

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс

сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения.

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

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью[12].

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 [12]:

а) резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;

б) изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;

в) возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;

г) образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых

окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;

д) 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:

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

б) оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;

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

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

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы:

1) первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы;

2) 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[12]:

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

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

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан[2]:

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

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах. Если углеродный эквивалент $C_{\text{ЭКВ}}$ больше 0,45 %, 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 10ХСНД:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,12 + \frac{0,8}{6} + \frac{1,1}{24} + \frac{0,8}{10} + \frac{0,9}{5} = 0,56 \text{ \%}.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,14 + \frac{2}{6} + \frac{1}{24} + \frac{1}{5} + \frac{1}{14} = 0,78 \text{ \%}.$$

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 10ХСНД – низколегированная конструкционная ГОСТ 19282-73. При сварке низкоуглеродистых сталей легко обеспечить равнопрочность сварного шва основному металлу.

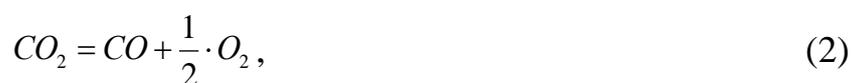
Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

Таким образом, можно сделать вывод, что применяемые при изготовлении консоли стали удовлетворяют требованиям применимости этих при механизированной сварке CO_2+Ar .

3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки

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

Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При сварке в смеси $Ar+CO_2$ тепловые характеристики дуги возрастают, что объясняется отчасти повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги. При высокой температуре дуги происходит реакция диссоциации CO_2 [1]:



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

увеличением содержания кислорода в смеси, время существования ванны в жидком состоянии увеличивается, что способствует более полному удалению неметаллических включений и дегазации металла сварочной ванны.

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

При сварке в смеси $Ar+CO_2$ плавящимся электродом в зоне высоких температур происходит разложение CO_2 по реакции[1]:



Окисление металла происходит по реакции[1]:



Но в тоже время большая концентрация окиси углерода будет тормозить этот процесс, и задерживать окисление углерода стали[1]:



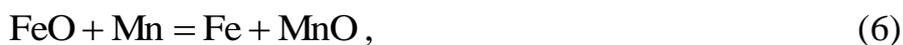
При сварке в смеси, содержащей CO_2 , происходит потеря легирующих элементов. Это приводит к повышенному содержанию кислорода в металле сварочной ванны. В результате возрастает вероятность образования пор из-за выделения оксида углерода в процессе кристаллизации, и снижаются механические свойства металла шва.

Образование пор из-за выделения оксида углерода при сварке углеродистых сталей предотвращается, если металл шва содержит до $0,12 \div 0,14\%$ С, не ниже $0,5 \div 0,8\%$ Mn. При этом металл шва характеризуется малой склонностью к образованию пор, трещин и достаточно высокими механическими свойствами.

В большинстве случаев при сварке низкоуглеродистых сталей сварные швы без пор указанного выше состава получают при применении кремне марганцовистых электродных проволок, обеспечивающих малую загрязненность металла шва оксидными включениями.

Содержащийся в проволоке кремний и марганец, обладая большим

средством к кислороду, чем железо, связывают кислород, растворенный в металле[1]:



Окислы кремния и марганца образуют легкоплавкие соединения, которые в виде шлака всплывают на поверхность сварочной ванны. При сварке в углекислом газе количество шлака на поверхности шва составляет примерно от 1 до 1,5 % массы наплавленного металла.

Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва выполняемого в Ar+CO₂ проволокой Св-08Г2С-О остается на необходимом уровне.

При сварке в смеси с участием CO₂ 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[1].

Значительному снижению разбрызгивания электродного металла способствует добавление в смесь аргона – до 80 %. Это приводит к переходу от крупнокапельного переноса металла в дуге к струйному, что способствует улучшению сплавления, уменьшает подрезы, увеличивает производительность сварки и позволяет получать более плотные сварные швы.

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов и их размеры при сварке в среде защитных газах должны соответствовать ГОСТ14771-76. Основной металл до сборки в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений.

3.2 Инженерный расчет

3.2.1 Расчёт режимов сварки

Параметры режима дуговой сварки в смеси газов плавящимся электродом следующие [13]:

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

Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08Г2С, в нижнем положении. Соединение нахлесточное типа Т1 с катетом 10 мм, показано на рисунке 1.

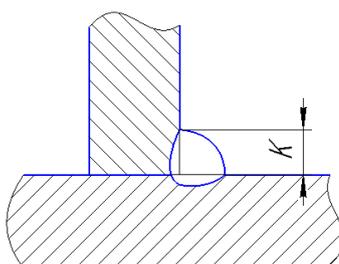


Рисунок 1 Соединение Т1 по ГОСТ 14771-76

К – катет

Тип соединения Т1-Δ10 по ГОСТ 14771-76, сварка многопроходная.

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого и

заполняющего), мм. [13]:

$$d_{\text{ЭПн}} = K_d \cdot F_{\text{Hi}}^{0,625}, \quad (8)$$

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

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при положении шва принимаем $F_{\text{HK}}=20 \text{ мм}^2$ и $F_{\text{HЗ}}=40 \text{ мм}^2$.

Определим общее количество проходов [13]:

$$n_{\text{ПО}} = \frac{F_{\text{НО}} - F_{\text{HK}}}{F_{\text{HЗ}}} + 1, \quad (9)$$

$$n_{\text{ПО}} = \frac{60 - 20}{40} + 1 = 2.$$

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

$$F_{\text{HЗ}} = \frac{F_{\text{НО}} - F_{\text{HK}}}{n_{\text{ПО}} - n_{\text{ПК}}}, \quad (10)$$

$$F_{\text{HЗ}} = \frac{60 - 20}{2 - 1} = 40 \text{ мм}^2.$$

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

$$d_{\text{ЭПК}} \geq (0,149\dots0,409) \cdot F_{\text{HK}}^{0,625}, \quad (11)$$

$$d_{\text{ЭПЗ}} \geq (0,149\dots0,409) \cdot F_{\text{HЗ}}^{0,625}, \quad (12)$$

$$d_{\text{ЭПК}} \geq (0,149\dots0,409) \cdot 20^{0,625} = 0,97\dots2,4 \text{ мм};$$

$$d_{\text{ЭПЗ}} \geq (0,149\dots0,409) \cdot 40^{0,625} = 1,49\dots3,7 \text{ мм}.$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки:

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

Рассчитаем скорость сварки для корневого, заполняющего и подварочного проходов [13]:

$$V_{\text{СК}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭПК}}^{1,5}}{F_{\text{HK}}}, \quad (13)$$

$$V_{\text{СЗ}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^{1,5}}{F_{\text{HЗ}}}, \quad (14)$$

$$V_{CK} = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{20} = 4 \text{ мм/с}, V_{CK} = 14,4 \text{ м/ч};$$

$$V_{C3} = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{40} = 2 \text{ мм/с}, V_{C3} = 7,2 \text{ м/ч}.$$

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [13]:

$$V_{ЭПК} = \frac{4 \cdot F_{HK} \cdot V_{CK}}{\pi \cdot d_{ЭПК}^2 \cdot (1 - \psi_P)}, \quad (15)$$

$$V_{ЭПЗ} = \frac{4 \cdot F_{H3} \cdot V_{C3}}{\pi \cdot d_{ЭПЗ}^2 \cdot (1 - \psi_P)}, \quad (16)$$

$$V_{ЭПК} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 20}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 80 \text{ мм/с}, V_{ЭПК} = 288 \text{ м/ч};$$

$$V_{ЭПЗ} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 40}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 80 \text{ мм/с}, V_{ЭПЗ} = 288 \text{ м/ч}.$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого, заполняющего и подварочного проходов при сварке на обратной полярности [13]:

$$I_{CK}^{0(+)} = d_{ЭПК} \cdot (\sqrt{1450 \cdot d_{ЭПК} \cdot V_{ЭПК} + 145150} - 382), \quad (17)$$

$$I_{C3}^{0(+)} = d_{ЭПЗ} \cdot (\sqrt{1450 \cdot d_{ЭПЗ} \cdot V_{ЭПЗ} + 145150} - 382), \quad (18)$$

$$I_{CK}^{0(+)} = 1,2 \cdot (\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 80 + 145150} - 382) = 181,4 \text{ А};$$

$$I_{C3}^{0(+)} = 1,2 \cdot (\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 80 + 145150} - 382) = 181,4 \text{ А}.$$

Расчетное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений для положения $I_C \leq 510 \text{ А}$.

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

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_{CK}^{0(+)} = 181,4 \cdot 1,1 = 199,5 \text{ А};$$

$$I_{C3}^{0(+)} = 181,4 \cdot 1,1 = 199,5 \text{ А}.$$

Принимаем $I_C = 200 \div 220 \text{ А}$.

Определим напряжение сварки для корневого, заполняющего и подварочного проходов [13]:

$$U_{СК} = 14 + 0,05 \cdot I_{СК}^{0(+)} , \quad (19)$$

$$U_{СЗ} = 14 + 0,05 \cdot I_{СЗ}^{0(+)} , \quad (20)$$

$$U_{СК} = 14 + 0,05 \cdot 200 = 24 \text{ В},$$

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

Расход защитного газа CO_2 для соответствующих проходов [13]:

$$q_{ЗГК} = 3,3 \cdot 1,0^{-3} \cdot I_{СК}^{0,75} , \quad (21)$$

$$q_{ЗГЗ} = 3,3 \cdot 1,0^{-3} \cdot I_{СЗ}^{0,75} , \quad (22)$$

$$q_{ЗГК} = 3,3 \cdot 1,0^{-3} \cdot 200^{0,75} = 0,175 \text{ л/с}, \quad q_{ЗГК} = 10,3 \text{ л/мин};$$

$$q_{ЗГЗ} = 3,3 \cdot 1,0^{-3} \cdot 220^{0,75} = 0,188 \text{ л/с}, \quad q_{ЗГЗ} = 10,9 \text{ л/мин}.$$

Вылет электродной проволоки определяем по формуле [13]:

$$L_B = 10 \cdot d_{ЭП} \pm 2 \cdot d_{ЭП} , \quad (23)$$

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

Аналогично проводится расчёт режимов сварки остальных швов, часть режимов мы выбираем из справочной литературы и заносим в таблицу 6 [14].

Таблица 6 – Режимы сварки, принятые для производства консоли

№ шва а	Тип шва	Катет шва, мм	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Количество проходов	Расход газа, л/мин
1	Н1	3	1,2	200÷220	24÷25	1	11
2	Н1	5	1,2	200÷220	24÷25	1	11
3	Т1	8	1,2	200÷220	24÷25	2	11
4	Т1	10	1,2	200÷220	24÷25	2	11
5	Т1	12	1,2	200÷220	24÷25	3	11
6	Т1	15	1,2	200÷220	24÷25	6	11

продолжение таблицы 6

7	Т3	15	1,2	200÷220	24÷25	6	11
8	Т6	-	1,2	200÷220	24÷25	7	11
9	У6	-	1,2	200÷220	24÷25	2	11
10	У1	-	1,2	200÷220	24÷25	4	11
11	У4	-	1,2	200÷220	24÷25	6	11
12	Т1	-	1,2	200÷220	24÷25	8	11
13	нест.	-	1,2	200÷220	24÷25	4	11
14	нест.	-	1,2	200÷220	24÷25	6	11
15	нест.	-	1,2	200÷220	24÷25	5	11
16	нест.	-	1,2	200÷220	24÷25	3	11
17	нест.	-	1,2	200÷220	24÷25	4	11
18	нест.	-	1,2	200÷220	24÷25	4	11
19	нест.	-	1,2	200÷220	24÷25	7	11
20	нест.	-	1,2	200÷220	24÷25	4	11
21	нест.	-	1,2	200÷220	24÷25	5	11
22	нест.	-	1,2	200÷220	24÷25	4	11
23	нест.	-	1,2	200÷220	24÷25	7	11

3.2.2 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 [15].

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 учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет $N=34$ штук, а масса изделия равна 855 кг, заключаем, что проектируемое сварочное производство относится к типу серийного [15].

3.2.3 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции

Технологический процесс изготовления консоли крепи механизированной МКЮ4У.54 начинается с подбора сборочных единиц и деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте.

Сборка консоли производится в несколько этапов.

В сборочно-сварочное приспособление устанавливают лист верхний поз.6. После чего на него устанавливают стенку поз. 7. Далее прихватывают детали между собой и кантуют на 180°, после чего устанавливают два прогона поз.8 и 9 (операция 010). В дальнейшем осуществляют операцию сварки (операция 015), слесарной обработки (зачистка сварных соединений от окалины и брызг) (операция 020) и контроля (операция 025) конструкции.

Далее (операция 030) устанавливают на сборочную единицу проушину поз.1 и настил поз.10. После чего устанавливают две проушины поз.11, 12, два щита поз. 20, 21 и две косынки поз.23. Детали прихватывают к сборочной единице и осуществляют операцию сварки (операция 035), слесарной обработки (зачистка сварных соединений от окалины и брызг) (операция 040) и контроля (операция 045) конструкции.

После устанавливают на сборочную единицу две полки поз.14, три обечайки поз. 17, два щита поз. 22 и три накладки поз. 18 и 19 (операция 050). Детали прихватывают к сборочной единице и осуществляют операцию сварки (операция 055), слесарной обработки (зачистка сварных соединений от окалины и брызг) (операция 060) и контроля (операция 065) конструкции.

Далее (операция 070) устанавливают на сборочную единицу четыре ребра поз. 15, 16, 24 и 25, бирка поз. 33. В дальнейшем прихватывают к сборочной единице и осуществляют операцию сварки (операция 075), слесарной обработки (зачистка сварных соединений от окалины и брызг) (операция 080). Далее осуществляется операция правка детали, контроль и

обработка резанием по отдельному технологическому процессу (085-095).

В конце на сб. ед. устанавливают кольца (6 шт.) поз. 26 и две заглушки поз. 31 (операция 100). В дальнейшем детали прихватывают к сборочной единице и осуществляют операцию сварки (операция 105), слесарной обработки (зачистка сварных соединений от окалины и брызг) (операция 110).

В конце сб. ед. проверяют на соответствие чертежу, шаблонам 136-3261 и 136-3545 и качество сварных швов визуальным и измерительным контролем

3.2.4 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

В предлагаемом технологическом процессе для основных сборочных операций применим универсальный сварочный сборочный стол ССД-05-03. Универсальный стол для сварочных работ ССД-05-03 – это трехмерная система, предназначенная для сборки и дальнейшей сварки изделий различного размера и сложности. Подобные сварочные столы незаменимы при изготовлении стеллажей, стенов, рам, дверей, стоек, шкафов управления и т.п. Использование универсального стола для сварки ССД-05-03 актуально в любой области промышленности, например, в металлообработке, машиностроении, приборостроении и т.д. Основным материалом изготовления сборочно-монтажных сварочных столов ССД-05-03 является высококачественная сталь, которая обеспечивает высокую устойчивость и прочность конструкции. Столы для сварки ССД-05-03 выдерживают вес до 5 тонн. Трехмерная система ССД-05-03 с координатной сеткой 50 мм на 50 мм имеет возможность увеличивать свой размер во всю длину, ширину и высоту. Регулируемые поворотные опоры

позволяют компенсировать разные высоты и неровности поверхности. Многосторонняя обработка при производстве сварочных столов ССД-05-03 обеспечивает высокое качество и прочность продукции. Благодаря специальной разметке сварочного стола, включающей координатные линии и координатные отверстия, крепежные элементы быстро и легко устанавливаются. Дополнительные удобства в работе обеспечивает специально разработанная конструкция и комплектующие, например, такие как компенсаторы уровня, переходники для винтовых и колесных опор [16].

Также предлагается заменить дорогостоящее сварочное оборудование марки ESABMig 500 на современный промышленный сварочный инвертор фирмы «Кедр» MIG 509.

3.2.5 Техническое нормирование операций

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

Норма штучного времени $T_{ш}$, для всех видов дуговой сварки определяется по формуле[17]:

$$T_{ш} = T_{ншк} \cdot L + t_{ви}, \quad (24)$$

где $T_{ншк}$ – неполное штучно калькуляционное время, мин;

L – длина шва, м;

$t_{ви}$ – вспомогательное время, согласно литературе [17] составляет: установка или поворот краном – 2,2 мин, снятие и транспортировка краном – 1,8 мин.

$$T_{\text{ншк}} = (T_0 + t_{\text{вш}}) \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{АБС.}} + a_{\text{ОТЛ.}} + a_{\text{ПЗ}}}{100}\right), \quad (25)$$

где T_0 – основное время сварки, мин;

$t_{\text{вш}}$ – вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва согласно литературе [17] составляет 0,75 мин.

$\Sigma a = 15\%$ – для автоматической сварки [17];

$\Sigma a = 27\%$ – для механизированной сварки [17].

$$T_0 = j \cdot 60 \cdot \frac{F}{I_c} \cdot \alpha_n, \quad (26)$$

где j – плотность материала, $j = 7,8 \text{ г/см}^3$;

F – площадь поперечного сечения шва, мм^2 ;

α_n – коэффициент наплавки, $\text{г/А}\cdot\text{ч}$.

Для примера рассчитаем норму времени механизированной сварки в смеси газов на выполнение шва Т1 с катетом 10 мм (рисунок 2) в операции 015 – сварка.

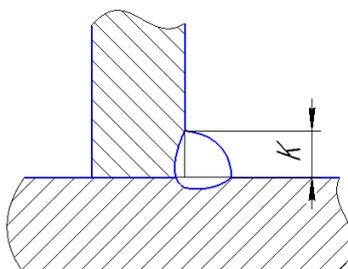


Рисунок 2 Соединение тавровое типа Т1 ГОСТ 14771-76

К – катет

Исходные данные:

- 1) марки сталей: 14ХГ2САФД;
- 2) марка электродной проволоки Св-08Г2С ГОСТ 2246-70;
- 3) шов по ГОСТ 14771-76 Т1-Δ10;
- 4) длина шва 2,32 м;
- 5) положение шва нижнее;

б) площадь поперечного сечения наплавленного металла шва $F=60 \text{ мм}^2$;

7) коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С при механизированной сварке составляет $\alpha_n=12,5 \text{ г}/(\text{А}\cdot\text{ч})$;

8) количество проходов – $n=2$ шт. [11].

Определим основное время сварки:

$$T_0 = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{220 \cdot 12,5} + \frac{40 \cdot 7,85 \cdot 60}{220 \cdot 12,5} = 10,3 \text{ мин.}$$

Определим неполное штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{н.шт.-к}} = (10,3 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 14 \text{ мин.}$$

Определим норму штучного времени:

$$T_{\text{шт}} = 14 \cdot 2,32 + (2,2 + 1,8) = 36,48 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитывается норма штучного времени на сварку для всех швов. Результаты представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологического процесса изготовления консоли крепи механизированной МКЮ4У.54

Вариант технологического процесса					
Базовый			Предлагаемый		
№ опер.	Наименование операции	$T_{\text{шт}}$, мин	№ опер.	Наименование операции	$T_{\text{шт}}$, мин
005	Комплектование	-	005	Комплектование	-
010	Слесарно-сборочная	66	010	Слесарно-сборочная	48,3
015	Сварка	552	015	Сварка	552
020	Слесарная	39,6	020	Слесарная	39,6
025	Контроль	-	025	Контроль	-

продолжение таблицы 7

030	Слесарно-сборочная	88,2	030	Слесарно-сборочная	88,2
035	Сварка	871,2	035	Сварка	871,2
040	Слесарная	67,2	040	Слесарная	67,2
045	Контроль	-	045	Контроль	-
050	Слесарно-сборочная	42,6	050	Слесарно-сборочная	42,6
055	Сварка	360,6	055	Сварка	360,6
060	Слесарная	22,8	060	Слесарная	22,8
065	Контроль	-	065	Контроль	-
070	Слесарно-сборочная	12	070	Слесарно-сборочная	12
075	Сварка	128,4	075	Сварка	128,4
080	Слесарная	45	080	Слесарная	45
085	Правка	-	085	Правка	-
090	Контроль	-	090	Контроль	-
095	Обработка резанием	-	095	Обработка резанием	-
100	Слесарно-сборочная	9	100	Слесарно-сборочная	9
105	Сварка	105,6	105	Сварка	105,6
110	Слесарная	9	110	Слесарная	9
115	Контроль	-	115	Контроль	-
ИТОГО:		2419,2 мин.	ИТОГО:		2401,5 мин
		40,32 ч.			40,02 ч.

3.2.6 Выбор технологического оборудования

Пост для сварки в смеси газов $Ar+CO_2$ состоит из источника питания дуги и сварочного полуавтомата.

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:

- а) техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии;
- б) наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания;
- в) наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации;
- г) наименьшие габаритные размеры оборудования;
- д) наименьшая масса;
- е) наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж оборудования.

Исходя из соображений технологического, экономического и эксплуатационного характера был выбран сварочный инвертор Кедр MIG 509.

Кедр MIG 509 – сварочный инвертор для профессионального использования, обеспечивающий полуавтоматическую сварку сплошной проволокой в газовой среде и полуавтоматическую сварку порошковой проволокой без использования газа.

В список свариваемых материалов входят конструкционная, нержавеющая, углеродистая сталь, алюминий и его сплавы.

Особенности модели: плавная регулировка сварочного тока, напряжения (выводятся на двух цифровых дисплеях), длины дуги, скорости подачи проволоки, индуктивности и заливки кратера при окончании сварки; встроенная термозащита, принудительное охлаждение. Имеет ящик для хранения сварочных принадлежностей и площадку для баллона с газом [18].

Технические характеристики оборудования представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики Кедр MIG 509 [18]

№	Наименование параметра	Значение
1	Напряжение питающей сети, В	380±15 %
2	Сварочный ток, А (ПВ=100%)	500
3	Пределы регулирования сварочного тока, А	30÷500
4	Диаметр проволоки, мм	0,8; 1,0; 1,2
5	Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	1,5÷18
6	КПД, %	85
7	Напряжение холостого хода, В	60
8	Диапазон рабочего напряжения, В	15÷44
9	Потребляемая мощность, кВА	24,6
10	Количество роликов, шт.	4
11	Вместимость сварочной кассеты, кг	15
12	Расположение подающего устройства/катушки	выносное/снаружи
13	Габаритные размеры, мм	910×270×1300
14	Масса, кг	73

Для удаления технологических распорок используется резак пропановый (инжекторный) Р2-01 по ТУ 304-20-14-91. Технические характеристики резака Р2-01 представлены в таблице 9 [19]

Таблица 9 – Технические характеристики резака Р2-01 [19]

№	Наименование параметра	Значение
1	Толщина разрезаемой стали, мм	3÷200
2	Давление газа, МПа	
	– кислорода	0,25÷0,75
	– горючего газа	0,003÷0,12

продолжение таблицы 9

3	Расход газа, м ³ /ч	
	– кислорода	21
	– ацетилена	1,2
	– природного газа	1,5
4	Габаритные размеры, мм	580×150×75
5	Масса, кг	не более 1,3

3.2.7 Контроль технологических операций

Обеспечение высокого качества сварочных работ – наиболее важная проблема в области сварки. Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции.

Контролю качества подвергаются работы, как на отдельных операциях, так и сборочная единица в целом [20].

Объем и методы контроля указываются в конструкторской документации.

При газорезательных работах контролю подлежит:

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

При слесарной доработке деталей контролю подлежит:

- 1) степень очистки поверхности листа;
- 2) степень очистки поверхности реза;
- 3) удаление грата;
- 4) притупление острых кромок.

При сборке изделия контролю подлежит:

- 1) форма и размеры сварных соединений (зазоры);

- 2) чистота поверхностей, образующих сварное соединение;
- 3) основные размеры, определяющие работоспособность конструкции - они должны быть указаны в КД.

При выполнении сварочных работ контролю подлежит:

- 1) режимы сварки;
- 2) температура предварительного подогрева;
- 3) техника выполнения сварных швов;
- 4) последовательность выполнения сварных швов.

При выполнении слесарной доработки изделия контролю подлежит:

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

При осуществлении контрольной операции готовой сборочной единицы контролю подлежит:

- 1) 100% осмотр и контроль сварных швов на наличие дефектов;
- 2) контроль размеров сварных швов (выборочно);
- 3) контроль МПД (магнитно-порошковая дефектоскопия) согласно указаниям в конструкторской документации;
- 4) измерение линейных размеров;
- 5) проверка соосности.

По результатам контроля оформляется одно из решений:

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

2) сборочная единица не признана годной: контролер БТК выписывает извещение о возврате с указанием несоответствий, ставит подпись и дату [20].

Если причиной появившихся несоответствий является сварочное оборудование, то возможность аналогичных несоответствий как минимум на

трех последующих сборочных единицах необходимо проверить особо тщательно [20].

3.2.8 Разработка технической документации

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

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

Разработка технологических процессов включает[21]:

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

В результате должны быть достигнуты:

- а) возможная наименьшая трудоёмкость;
- б) минимальная продолжительность производственного цикла;
- в) минимальное общее требуемое число рабочих;
- г) наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- д) 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, [21]:

- а) наименование и условное обозначение изделия;
- б) название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- в) число данных сборочных единиц в изделии;
- г) перечень данных сборочных единиц в изделии;
- д) название цеха;
- е) указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- ж) последовательный перечень всех операций;
- з) сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- и) данные о принятых способах и режимах сварки
- к) сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- л) нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов.

3.3 Конструкторский расчет

3.3.1 Общая характеристика механического оборудования

Механизация и автоматизация производственного процесса изготовления сварных изделий представляет собой одну из основных задач

современного сварочного производства, решение которой значительно повышает производительность труда.

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

Основными требованиями к сборочно-сварочным приспособлениям являются:

- а) свободный доступ к деталям;
- б) обеспечение рациональной последовательности сборки;
- в) обеспечение минимального числа кантовок изделий;
- г) безопасность в работе;
- д) прочность и жесткость приспособления.

В связи с тем, что консоль обладает значительной массой, для перемещения используется мостовой кран грузоподъемностью 10 тонн.

3.3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

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

комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70÷75 процентов всего комплекса цехового оборудования [22].

В данной выпускной квалификационной работе в предлагаемом технологическом процессе сборку основных элементов консоли, таких как прогоны и ребра предлагается осуществлять на сборочно-сварочном столе ССД-05-03. Это позволит сократить время на слесарно-сборочной операции 010 и повысить качество изделия в целом. Чертеж приспособления сборочного ФЮРА.000001.162.00.000 СБ представлен в графическом разделе на отдельных листах.

3.3.3 Расчёт элементов сборочно-сварочных приспособлений

В приспособлении ФЮРА.000001.162.00.000 СБ используются винтовые прижимы с резьбой М×18 для фиксации прогонов и рёбер. Рассчитаем винтовой прижим.

Исходные данные:

- 1) тяговое усилие Q , кгс;
- 2) средний диаметр винта d_2 , см;
- 3) внутренний диаметр винта d_1 , см;
- 4) ход винтовой линии S , см;
- 5) предел текучести материала винта σ_T , кгс/см².

Угол подъема винтовой линии резьбы определяется по формуле [23]:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{S}{\pi \cdot d_2}, \quad (27)$$

где $S=0,25$ см;

$\pi=3,14$;

$d_2=1,6675$ см.

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{0,25}{3,14 \cdot 1,6675} = 0,04722222, \beta = 2,69^\circ.$$

Определим КПД передачи, % [23]:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg}(\beta + \rho)}, \quad (28)$$

где при малых скоростях скольжения угол трения $\rho = 6 \dots 8^\circ$.

$$\eta = \frac{2,69}{\operatorname{tg}(2,69 + 8)} = 14,25 \text{ \%}.$$

Определим допускаемое напряжение в материале винта, кгс/см² [23]:

$$[\sigma_B] = \frac{\sigma_T}{3,5}, \quad (29)$$

Для стали 35 предел текучести равен $32 \text{ кгс/мм}^2 = 3200 \text{ кгс/см}^2$.

$$[\sigma_B] = \frac{3200}{3,5} = 914,2 \text{ кгс/см}^2.$$

Определим расчётную площадь сечения винта [19]:

$$F = 0,785 \cdot d_1^2, \quad (30)$$

где $d_1 = 1,535 \text{ см}$.

$$F = 0,785 \cdot 1,535^2 = 1,84 \text{ см}^2.$$

Приведенное напряжение винта определяется по формуле [23]:

$$\sigma_{\text{пр}} = \frac{Q}{F} \cdot \sqrt{1 + 1,6 \left(\frac{S}{\eta \cdot d_1} \right)^2}, \quad (31)$$

где $Q = 500 \text{ кгс}$.

$$\sigma_{\text{пр}} = \frac{500}{1,84} \cdot \sqrt{1 + 1,6 \left(\frac{0,25}{14,25 \cdot 1,535} \right)^2} = 271,7 \text{ кгс/см}^2, \sigma_{\text{пр}} \leq [\sigma_B].$$

Условие $\sigma_{\text{пр}} \leq [\sigma_B]$ выполняется, данный результат расчета удовлетворяет [23].

3.4 Эргономическое проектирование

3.4.1 Состав сборочно-сварочного цеха

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

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [23]:

а) 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;

б) 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;

в) административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха,

гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [23].

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

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

При проектировании, как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий[23].

3.4.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

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

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования;

степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха.

Для проектируемого участка сборки и сварки принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран-балкой, автокарами либо краном мостовым [23].

3.4.3 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 [23].

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.

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.

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.

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 [23].

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. [23].

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: повышение уровня механизации за счет применения станда для автоматической сварки.

3.4.4 Расчёт необходимого количества производственного оборудования

К основным элементам производства относятся рабочие, оборудование, материалы и энергетические затраты [24].

Необходимое количество оборудования и приспособлений S_p определяется по формуле [24]:

$$\tilde{N}_D = \frac{\dot{O}_{\partial\partial} \cdot N}{60 \cdot F_A \cdot \hat{E}_{Af}}, \quad (32)$$

где $T_{шт}$ – штучное время на операции для одного изделия, мин;

N – годовая программа выпуска изделий в 2018 году, $N=34$ шт.;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования в односменном режиме, ч/год;

S – количество смен работы оборудования;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения нормы выработки, $K_{вн}=1,15$.

Примем, что номинальный фонд рабочего времени при односменном

режиме работы составляет 1973ч.

F_H – номинальный фонд рабочего времени при работе в одну смену равен 1973 часа, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$F_D = F_H - 5\% , \quad (33)$$

$$F_D = 1973 - 5\% = 1874 \text{ ч.}$$

Коэффициент загрузки оборудования и приспособлений k_{30} определяется по формуле [24]:

$$k_{30} = \frac{C_P}{C_{II}} \cdot 100\% , \quad (34)$$

где C_P – расчетное количество оборудования и приспособлений, шт.;

C_{II} – принятое количество оборудования и приспособлений, шт.

Определяем необходимое количество вспомогательных приспособлений и оборудования.

Данные расчета сводим в таблицы 10 и 11 соответственно.

Таблица 10– Количество единиц оборудования на операцию

Номер операции	Наименование оборудования	$T_{шт, мин}$	$C_P, шт.$	$C_{II}, шт.$	$K_{30}, \%$
Базовый технологический процесс					
010, 015, 020, 025, 030, 035, 040, 045, 050, 055, 060, 065, 070, 075, 080, 090, 100, 105, 110, 115	Плита сборочно-сварочная	2419,2	0,636	1	63,6
Предлагаемый технологический процесс					
010	Приспособление сборочное ФЮРА.000001.162.00.000	48,3	0,11	1	11

продолжение таблицы 10

015, 020, 025, 030, 035, 040, 045, 050, 055, 060, 065, 070, 075, 080, 090, 100, 105, 110, 115	Приспособление сборочное	2401,5	0,631	1	63,1
---	--------------------------	--------	-------	---	------

Таблица 11– Количество сварочного оборудования

Номер операции	Наименование оборудования	T _{шт,} мин	C _{р,} шт.	C _{п,} шт.	K _{зо,} %
Базовый технологический процесс					
015, 035, 055, 075, 105	ESABMig 500	2005,2	0,52	1	52
Предлагаемый технологический процесс					
015, 035, 055,075, 105	Кедр MIG 509	2005,2	0,52	1	52

3.5 Определение состава и численности работающих

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

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

Определим необходимое количество основных рабочих. Основными считаются те рабочие, которые заняты выполнением операций технологического процесса по изготовлению продукции. Численность основных рабочих рассчитывается для двухсменного режима работы. Затем

полученное число рабочих распределяют по сменам и по операциям технологического процесса в зависимости от загрузки оборудования на этих операциях.

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

Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле [24]:

$$P_{СП} = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot F_{д}}, \quad (35)$$

$$P_{ЯВ} = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot F_{н}}, \quad (36)$$

где N – годовая программа выпуска изделия в 2018 году, $N=34$ шт.;

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

$F_{д}$ – действительный фонд рабочего времени, $F_{д}=1874$ ч;

$F_{н}$ – номинальный фонд рабочего времени, $F_{н}=1973$ ч;

$P_{ЯВ}$ и $P_{СП}$ – расчетные значения соответственно явочного и списочного состава производственных рабочих, результаты заносим в таблицу.

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

1) вспомогательные рабочие – 25 процентов от количества основных рабочих [24];

2) инженерно-технические работники (ИТР) – 8 процентов от суммы основных и вспомогательных рабочих [24];

3) младший обслуживающий персонал (МОП) – 2 процента от суммы основных и вспомогательных рабочих [24];

4) контролеры качества продукции – 1 процент от суммы основных и вспомогательных рабочих [24].

Количество рабочих на участке приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Количество рабочих на участке

Состав, рабочих в сборочно-сварочном цехе	Вариант ТП	
	Базовый	Предлагаемый
Трудоемкость $T_{шт}$, мин.	2419,2	2401,5
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих $R_{СП}$ и $R_{П}$, чел.	0,73/1	0,72/1
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих $R_{ЯВ}$ и $R_{П}$, чел.	0,69/1	0,69/1
Расчетное/принятое число вспомогательных рабочих $R_{ЯВ}$ и $R_{П}$, чел.	0,18/1	0,18/1
Расчетная/принятая численность ИТР, чел.	0,06/1	0,06/1
Расчетная/принятая численность МОП, чел.	0,01/1	0,01/1
Расчетная/принятая численность контролеров, чел.	0,007/1	0,007/1

3.6 Планировка заготовительных отделений

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

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

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

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

обработке сортаментов металла;

3) количество групп станочного оборудования, полученное на основе описанных выше данных, размещают в пролетах заготовительного отделения, число которых равно установленному ранее числу пролетов сборочно-сварочного отделения [23].

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) [23].

3.7 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков

При разработке плана отделений узловой и общей сборки и сварки основным является определение требуемого числа пролетов и необходимых размеров каждого из них – длины, ширины, высоты. Эти параметры, принятые 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 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 [23].

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.

3.8 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений

При каждом сборочно-сварочном цехе либо в отдельном здании вблизи цеха должны быть предусмотрены административно-конторские и бытовые помещения. Правила проектирования административно-конторских и бытовых помещений изложены в «Санитарных нормах проектирования промышленных

предприятий». Перечень этих помещений, а также расчетные нормы требуемой площади для данного участка сборки и сварки балки левой крана представлены в таблице 13.

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

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

Для осуществления санитарно-гигиенических требований эксплуатации бытовых помещений помещения для принятия пищи рекомендуется располагать на большом расстоянии от уборных [24].

Таблица 13 – Планировка помещений для участка сборки и сварки

Помещения	Расчетная единица	Условия для определения требуемого количества расчетных единиц	Площадь, м ²	
			полезная	общая
Контора цеха	Рабочее место	Один стол на каждого сотрудника	–	4×3
Гардеробные	Индивидуальный шкаф 0,35×0,5 м	Один шкаф на каждого работающего по списочному составу	0,18	0,43×15

продолжение таблицы 13

Уборные	Кабина 1,2×0,9 м	При тах явочном числе работающих в смену до 20 чел.	1,08	3,06×8
	Шлюз (тамбур)		–	6,8
	Место для переодевания 0,7×0,5 м	Три места на каждую кабину	0,35	1×6
	Тамбур	Между душевой и раздеальной 1 тамбур	–	4
Помещения для приема пищи	Комната	1 м ² /чел. по явочному составу	–	1×8

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

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

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

Экономическая часть выпускной квалификационной работы должна содержать три раздела:

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

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

Затраты на производство и реализацию продукции (работ, услуг)

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

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

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

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

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

калькуляция, отражающая общую сумму фактически используемых затрат на производство и реализацию продукции.

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

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

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

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

На предприятия и определяют два варианта себестоимости: один – для целей бухгалтерского учета, другой – для целей налогообложения. В себестоимости продукции возможно включать все фактически произведенные затраты, что позволяет установить их достоверный уровень, определить реальную себестоимость продукции, прибыль и рентабельность. Фактический

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

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

4.1. Расчет объема капитальных вложений

В объем капитальных вложений входит [25]:

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

4.1.1 Стоимость технологического оборудования

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

$$K_{ТО} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \quad (37)$$

где m – количество операций ТП изготовления изделий;

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

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

Таблица 14 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель оборудования	Ц _i , руб.	Q _i , руб.	К _{ТОi} , руб.
015, 020, 025, 030,	Кедр MIG 509	100.800	1	100.800
035, 040, 045, 050, 055, 060, 065,070, 075, 080, 090, 100, 105, 110, 115	Приспособление ССД-05-03	196.500	1	196.500
Всего:				297.300

4.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

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

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

$$K_{BO} = K_{ТО} \cdot 0,30, \quad (38)$$

$$K_{BO} = 297300 \cdot 0,30 = 89190 \text{ руб.}$$

4.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

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

оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

1) инструментов всех видов (режущие, мерительные) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (зажимы, тиски и т.д.);

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

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

$$K_{II} = K_{ГО} \cdot 0,10, \quad (39)$$

$$K_{II} = 297300 \cdot 0,10 = 29730 \text{ руб.}$$

4.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

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

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

$$C_{II} = Ц_{III} + Ц_{ВП}, \quad (40)$$

где $Ц_{III}$ – балансовая стоимость производственных (основных) помещений, руб.;

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

$$C_{II} = 47000 \text{ руб.}$$

4.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле [25]:

$$K_{ПЗМ} = \frac{H_M \cdot N \cdot C_M}{360} \cdot T_{ОБМ}, \quad (41)$$

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

N – годовой объем производства продукции, шт.;

C_M – цена материала, руб./кг;

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

Для стали 14ХГ2САФД:

$$K_{ПЗМ.ст1} = \frac{732 \cdot 34 \cdot 40,63}{360} \cdot 60 = 168533,24 \text{ руб.}$$

Для стали 10ХСНД:

$$K_{ПЗМ.ст2} = \frac{123 \cdot 34 \cdot 38,75}{360} \cdot 60 = 27008,75 \text{ руб.}$$

Для сварочной проволоки Св-08Г2С-О:

$$K_{ПЗМ.сп} = \frac{59,89 \cdot 34 \cdot 47,30}{360} \cdot 60 = 16052,50 \text{ руб.}$$

Для защитного газа:

$$K_{ПЗМ.зг} = \frac{22057,20 \cdot 34 \cdot 0,05117}{360} \cdot 60 = 6395,80 \text{ руб.}$$

$$K_{ПЗМ} = 168533,24 + 27008,75 + 16052,50 + 6395,80 = 217990,29 \text{ руб.}$$

4.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

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

$$K_{\text{нзп}} = \frac{H \cdot C \cdot T_{\text{ц}} \cdot k_{\Gamma}}{360}, \quad (42)$$

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

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

k_{Γ} – коэффициент готовности.

Коэффициент готовности [25]:

$$k_{\Gamma} = (k_{\text{М}} + 1) \cdot 0,5, \quad (43)$$

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

$$k_{\Gamma} = (0,8 + 1) \cdot 0,5 = 0,9$$

$$K_{\text{нзп}} = \frac{34 \cdot 360 \cdot 3891 \cdot 0,9}{360} = 3891000 \text{ руб.}$$

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

$$C = \frac{H_{\text{М}} \cdot \Pi_{\text{М}}}{k_{\text{М}}}, \quad (44)$$

$$C = \frac{(732 \cdot 40,63) + (123 \cdot 38,7) + (59,89 \cdot 47,3) + (22057,2 \cdot 0,05117)}{0,8} = 38462,7 \text{ руб.}$$

4.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле [25]:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C \cdot N \cdot T_{\text{гп}}}{360}, \quad (45)$$

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

$$K_{\text{гп}} = \frac{38462,7 \cdot 34 \cdot 10}{360} = 36325,8 \text{ руб.}$$

4.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле [25]:

$$K_{ДЗ} = \frac{B_{РП} \cdot T_{ДЗ}}{360}, \quad (46)$$

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

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

$$K_{ДЗ} = \frac{1569278,1 \cdot 10}{360} = 43591,10 \text{ руб.}$$

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

$$B_{РП} = C \cdot N \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right), \quad (47)$$

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

$$B_{РП} = 38432,7 \cdot 34 \cdot (1 + 0,2) = 1569278,10 \text{ руб.}$$

4.1.9 Денежные оборотные средства

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

$$C_{ОБС} = K_{ПМЗ} \cdot 0,10, \quad (48)$$

$$C_{OBS} = 217990,29 \cdot 0,10 = 21799,029 \text{ руб.}$$

4.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

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

Смета затрат включает в себя следующие статьи [25]:

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

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

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

- 9) заработная плата административно-управленческого персонала;
- 10) отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала;
- 11) прочие расходы.

4.2.1 Основные и вспомогательные материалы за вычетом реализуемых ОТХОДОВ

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

$$C_M = N \cdot (C_M \cdot H_M \cdot K_{ТЗР} - C_O - H_O), \quad (49)$$

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

C_O – цена возвратных отходов, руб./кг;

H_O – норма возвратных отходов кг/шт.

Норма возвратных отходов определяется [25]:

$$H_O = m_3 - m_0, \quad (50)$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_0 – масса изделия, кг.

$$H_O = 0.$$

$$C_M = 34 \cdot (((732 \cdot 40,63) + (123 \cdot 38,7) + (59,89 \cdot 47,3) + (22057,2 \cdot 0,05117)) \times 1,04) = 1360042 \text{ руб.}$$

4.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Основная заработная плата предусматривает оплату труда за

проработанное время. Рассчитывается она в зависимости от формы и системы оплаты труда.

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

$$C_{зо} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_{п} \cdot k_{р} \cdot N, \quad (51)$$

где m – количество операций технологического процесса;

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

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

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

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

$$C_{зо} = \sum_{i=1}^1 \frac{2401,5 \cdot 43,62}{60} \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 34 = 115752,50 \text{ руб.}$$

4.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды [25]:

$$C_{осо} = C_{зо} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2, \quad (52)$$

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

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

$$C_{осо} = 115752,50 \cdot 0,30 \cdot 0,009 = 312,50 \text{ руб.}$$

4.2.4 Расчет амортизации основных фондов

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

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

4.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

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

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

$$\alpha_{Hi} = \frac{1}{T_0} \cdot 100\%, \quad (53)$$

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

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

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

Сумма амортизации определяется [25]:

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \cdot \alpha_{Hi}, \quad (54)$$

$$A_{HP} = \sum_{i=1}^2 100800 \cdot 10 = 1008000 \text{ руб.}$$

$$A_{K-B} = \sum_{i=1}^1 196500 \cdot 8,3 = 1630950 \text{ руб.}$$

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

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

$$A_{qi} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot \alpha_{Hi}}{F_d \cdot K_{BPi}}, \quad (55)$$

где n – количество оборудования, шт.;

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

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, $F_d=1874$ час.

$$A_{qi} = \sum_{i=1}^3 \frac{297300 \cdot 18,30}{1874 \cdot 63} = 46,10 \text{ руб.}$$

Расчет сводим в таблицу 14.

Таблица 14 – Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	C_i , руб.	α_{Hi} , %	F_{di} , ч	A_{qi} , руб.
015, 020, 025, 030, 035, 040, 045, 050, 055, 060, 065, 070, 075, 080, 090, 100, 105, 110, 115	844.000	18,3	1.874	46,1
ИТОГО (для всего оборудования):				46,1

4.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

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

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

$$A_{ПОМ} = \sum_{i=1}^1 47000 \cdot 2 = 94000 \text{ руб.};$$

$$A_{ПОМ} = \sum_{i=1}^3 \frac{94000 \cdot 2}{1874 \cdot 63} = 1,6 \text{ руб.}$$

4.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

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

$$C_{чр} = \sum_{i=1}^n \frac{100 \cdot (\omega_{Mi} \cdot R_{Mi} + \omega_{Эi} \cdot R_{Эi})}{T_{рц} \cdot \beta_M \cdot \beta_{ТП} \cdot \beta_P \cdot \beta_T} \cdot t_{р.эл} \cdot C_{р.эл}, \quad (56)$$

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

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

$T_{рц}$ – длительность ремонтного цикла основной части оборудования, ч;

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

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

$C_{р.эл}$ – стоимость ремонта;

$T_{рр}$ – трудоёмкость ремонтных работ.

$$C_{чр} = \sum_{i=1}^n \frac{100 \cdot (2000 \cdot 1 + 2000 \cdot 2)}{10 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5} \cdot 2 \cdot 10000 = 50000 \text{ руб.}$$

4.2.6 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию [25]:

$$C_{\text{Э}} = \sum_{i=q}^n \left(\frac{U_i \cdot G_i}{\eta_i \cdot \alpha_{\text{Нi}} \cdot \alpha_{\text{Оi}}} \right) \cdot C_{\text{ЭЛ}}, \quad (57)$$

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

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

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

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

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

$C_{\text{Э}}$ – средняя стоимость электроэнергии (по данным городской электросети), руб., $C_{\text{Э}}=3,43$ руб./кВт.

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

4.2.7 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{\text{ИИ}}$) по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем как плановые и включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятиях затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

4.2.8 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле [25]:

$$C_{ЗВР} = \sum_{j=1}^k C_{ЗМj} \cdot Ч_{ВРj} \cdot 12 \cdot k_{Nj} \cdot k_{Pj}, \quad (58)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

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

$C_{ЗМj}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда, 6600 руб., в связи с маленькой суммой принимаем 9476 руб. (прожиточный минимум по Кузбассу);

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

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

$$C_{ЗВР} = \sum_{j=1}^1 9476 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 177390,7 \text{ руб./год.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих [25]:

$$C_{ОВР} = C_{ЗВР} \cdot 0,26, \quad (59)$$

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

$$C_{ОВР} = 9476 \cdot 0,26 = 2436,70 \text{ руб.}$$

4.2.9 Заработная плата административно-управленческого персонала

Заработная плата административно-управленческого персонала рассчитывается по формуле [25]:

$$C_{ЗАУ} = \sum_{i=1}^k C_{ЗАУi} \cdot Ч_{АУi} \cdot 12 \cdot k_{Pi} \cdot k_{ИДi}, \quad (60)$$

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

$Ч_{АУi}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, чел.

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

$$C_{ЗАУ} = \sum_{i=1}^k 15000 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 = 234000 \text{ руб./год.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{ОЗАУ} = C_{ЗАУ} \cdot 0,26, \quad (60)$$

$$C_{ОЗАУ} = 15000 \cdot 0,26 = 3900 \text{ руб.}$$

4.3 Экономическое обоснование технологического проекта

Расчеты затрат по экономическим элементам сводим в таблицу 15.

Таблица 15– Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед.	Сумма, руб./год
Основные и вспомогательные материалы за вычетом реализуемых отходов	47.000	1.360.042
Заработная плата производственных рабочих	3.404,5	115.752,5
Отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	9,2	312,5
Амортизация оборудования предприятия	46,1	46,1
Арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	1,6	1,6

продолжение таблицы 15

Отчисления в ремонтный фонд	1.470,6	50.000
Вспомогательные материалы на содержание оборудования	-	-
Затраты на силовую электроэнергию	483,2	16428,8
Износ инструмента	-	-
Заработная плата вспомогательных рабочих	5.217,4	177.390,7
Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих	71,2	2.436,7
Заработная плата административно-управленческого персонала	6.882,3	234.000
Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала	114,7	3.900
Прочие расходы	-	-

Таблица 16 – исходные расчетные данные

1.	Годовая производственная программа	34 шт.
2.	Количество оборудования	1 шт.
3.	Количество приспособлений	1 шт.
4.	Количество рабочих	1 чел.
5.	Количество ИТР	1 чел.
6.	Разряд основных производственных рабочих	4 разряд
7.	Себестоимость изготовления консоли	64.700,8 руб./изд.
8.	Рыночная стоимость	92.000 руб./изд
9.	Предполагаемая прибыль	27.299,2 руб./изд.
10.	Капитальные вложения	469.631,5 руб.
11.	Критический объем реализации	18 шт.

Кресть механизированная МКЮ 4У является конкурентноспособным изделием. Для снижения себестоимости изделия предложена замена технологического оборудования сборочно-сварочного приспособления, посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгоде предлагаемого технологического процесса.

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения вредных и опасных производственных факторов

Участок для сборки-сварки консоли крепи механизированной МКЮ4У.54 расположен в цехе №14. При изготовлении консоли осуществляются следующие операции: сборка, сварка, слесарные операции.

При изготовлении консоли на участке применяется следующее оборудование: полуавтоматическая сварка «Кедр» MIG 509; перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 10 тонн; перемещение деталей в пределах участка производят кран-балкой грузоподъемностью 2 тонны.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2 штуки) автомобильным 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 $S=194,04 \text{ м}^2$.

На данном участке сборки-сварки выявлены следующие вредные и опасные производственные факторы:

- 1) повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- 2) инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла;
- 3) производственный шум;
- 4) статическая нагрузка на руку;
- 5) электрический ток;
- 6) движущиеся механизмы;

- 7) электромагнитные излучения;
- 8) вибрация.

5.2 Законодательные и нормативные документы

Обеспечение безопасности жизнедеятельности достигается правильностью и своевременностью принимаемых соответствующих управленческих решений в масштабах страны, в отраслях и на отдельно взятых производственных объединениях, предприятиях и в организациях. Управление безопасностью жизнедеятельности ведется по трем самостоятельным направлениям, каждое из которых имеет свою правовую (законодательную) нормативную и организационную основу, свои руководящие и контролирующие органы. Этими направлениями являются обеспечение охраны труда, охраны окружающей среды, прогнозирование, предупреждение и ликвидация последствий ЧС [26].

Законодательство о труде и охране труда является основой управления охраной труда. Оно включает в себя целый ряд законов, главными из которых являются Федеральный закон «Об основах охраны труда в РФ» и Трудовой кодекс РФ.

При производстве слесарно-сборочных и сварочных работ на участке основными документами являются:

- 1) СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы.
- 2) СНиП 23-03-2003. Защита от шума;
- 3) ГОСТ 12.3.003-86 ССБТ. Работы электросварочные. Требования безопасности;
- 4) СНиП III-18-75. Сварка. Общие правила для всех видов конструкций.

Металлические конструкции;

- 5) РД 34.15-132.96. Сварка и контроль качества сварных элементов;
- 6) ОКС: 25.160.40. Сварочные швы и сварка;
- 7) Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- 8) Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 №69-ФЗ принят ГД ФС РФ 18.11.1994, действующая редакция от 08.03.2015;
- 9) Инструкция по охране труда для лиц, занятых дуговой сваркой плавлением № 23-13;
- 10) Инструкция о мерах пожарной безопасности в ООО «Юргинский машзавод» ПБ 01-15;
- 11) Инструкция о порядке оказания первой доврачебной помощи пострадавшему №353-15;
- 12) Инструкция по охране труда для лиц, пользующихся грузоподъемными машинами, управляемыми с пола №7-13;
- 13) Инструкция по охране труда для работников общества №253-15.

5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

5.3.1 Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

В соответствии с ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны относятся к вредным производственным факторам.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180мг/м^3 пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов, а также CO_2

до 0,5÷0,6 процентов; СОдо 160 мг/м³; окислов азота до 8,0 мг/м³; озона до 0,36 мг/м³; оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02 г/кг расходуемого материала [26].

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

Для защиты органов дыхания, необходимо использовать средства индивидуальной защиты, к которым относятся респираторы. На данном участке сборки и сварки применяют респиратор «Лепесток» ГОСТ 12.4.028-76, который защищает органы дыхания от пылевых аэрозолей. А также каждое рабочее место оборудуется вытяжной вентиляцией, которая производит отбор воздуха из рабочей зоны. Расчёт вентиляции приведён в пункте 5.7.

5.3.2 Производственный шум

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

1. Полуавтоматическая сварка «Кедр» MIG 509.
2. Система вентиляции.
3. Сварочная дуга.
4. Слесарный инструмент: молоток (m=2 кг) ГОСТ 2310-77, шабер СТП

406-1814-84, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2014Б ТУ-4833-227-00165600-2006, молоток рубильный пневматический МР-22 ГОСТ 12.2.010-75.

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 ($m=2\dots 8$ кг) ГОСТ 11404-75.

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 [26].

Согласно СНиП 23-03-2003 для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения. К звукоизолирующим ограждениям относят стены из кирпича или бетона, перегородки из стальных листов, звукоизолирующие кожухи и акустические экраны. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие консоли.

Вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения со стенами из кирпича или бетона или выносить за пределы цеха.

На участке сборки-сварки консоли вентиляционное оборудование вынесено за пределы цеха.

Для защиты органов слуха от шума используются противошумовые наушники ВЦНИИ-ОТ-2, которые соответствуют ГОСТ Р 12.4.208-99.

5.3.3 Статическая нагрузка на руку

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата

плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $192 \div 306$ Дж/с ($180 \div 280$ ккал/ч) [26].

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

Основным мероприятием по предупреждению возникновения заболеваний нервно-мышечного аппарата плечевого пояса является рациональный режим труда и отдыха. Целесообразно вводить десяти минутные перерывы с активным отдыхом. В профилактические мероприятия входит массаж, который улучшает кровообращение и питание мышц, восстанавливает нарушенный обмен в тканях, снимает утомление. Массаж проводится в виде самомассажа.

5.3.4 Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты оказывает негативное воздействие на рабочих, вызывая утомленность. 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 [26].

Тепловая радиация на рабочем месте может составлять $0,5 \div 6$ кал/см²·мин.

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. В нашем случае сила сварочного тока при сварке в смеси газов равна $200 \div 220$ А, поэтому выбираем светофильтр с номером С-3.

Для защиты остальных производственных рабочих от видимых ослепительно ярких световых лучей следует применять защитные щиты-ширмы, ограждающие место сварки со стороны общих проходов.

5.3.5 Электромагнитные излучения

Известно, что около проводника, по которому протекает ток, возникают одновременно электрическое и магнитное поля. Если ток не меняется во времени, эти поля не зависят друг от друга. При переменном токе магнитное и электрическое поля связаны между собой, представляя единое электромагнитное поле [26].

Электромагнитное поле обладает определённой энергией и характеризуется электрической и магнитной напряжённостью, что необходимо учитывать при оценке условий труда.

В соответствии с ГОСТ 12.1.002-84 ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряжённости и требования к проведению контроля на рабочих местах, нормы допустимых уровней

напряжённости электрических полей зависят от времени пребывания человека в опасной зоне. Присутствие персонала на рабочем месте в течение 8 часов допускается при напряжённости электрического поля, не превышающей 5 кВ/м. Работа в условиях облучения электрическим полем с напряжённостью 20÷25 кВ/м должна продолжаться не более 10 минут.

На участке сборки и сварки методом защиты от электромагнитных излучений является удаление источника излучений на максимально возможное расстояние от рабочего места [26].

5.3.6 Вибрация

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация», вибрация в помещениях жилых и общественных зданий, предельно допустимый уровень вибрации – это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

По способу передачи на человека различают:

- а) общую вибрацию, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека;
- б) локальную вибрацию, передающуюся через руки человека.

На участке сборки-сварки консоли крепи механизированной МКЮ4У.54 общую вибрацию создают:

- 1) напольный производственный транспорт;
- 2) автомобильный транспорт;
- 3) кран-балка;

4) кран мостовой.

Локальную вибрацию создают:

- 1) рубильный молоток, при обработке изделий;
- 2) пневматическая ручная шлифовальная машина.

Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма. Изменения в функциональном состоянии организма проявляются в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Изменения в физиологическом состоянии организма – в развитии нервных заболеваний, нарушении функций сердечно-сосудистой системы, нарушении функций опорно-двигательного аппарата [26].

К способам борьбы с общей вибрацией на участке сборки и сварки относят: снижение вибрации в источнике, виброгашение.

К способам борьбы с локальной вибрацией на участке сборки-сварки относят применение индивидуальных средств защиты: виброзащитные обувь по ГОСТ 12.4.024-76, перчатки со специальными упруго-демпфирующими элементами, поглощающими вибрацию по ГОСТ 12.4.002-74.

5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

5.4.1 Электрический ток

На данном участке используется сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380В [26].

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.

На участке сборки-сварки консоли применяется защитное заземление оборудования согласно ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

5.4.2 Термические ожоги

Термические ожоги возникают вследствие непосредственного контакта с раскаленным металлом сварочной ванны, электрической дугой и пламенем газовой горелки.

Для предотвращения термических ожогов кожного покрова необходимо использовать индивидуальные средства защиты.

Маска из фибры защищает лицо, 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.

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

Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на участке, приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Средства индивидуальной защиты

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

5.4.3 Механический травматизм

На проектируемом участке сборки и сварки консоли находится кран мостовой грузоподъемностью 10т. и кран-балка грузоподъемностью 2 т. Опасность представляет процесс кантовки и перемещения изделия, а также перемещение деталей на рабочее место [26].

Во время кантования необходимо соблюдать меры предосторожности и руководствоваться инструкциями по ОТ и ТБ. Стропальщик должен работать под непосредственным контролем сборщика и руководствоваться инструкцией для стропальщиков РД 10-107-96.

Ввоз в цех заготовок производится автомобильным транспортом. В этом случае следует проявлять осторожность и не приближаться к движущейся машине.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- 1) проходы между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м;
- 2) свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м²;

3) при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;

4) правильная фиксация деталей на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;

5) контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов [26].

5.5 Охрана окружающей среды

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки-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 консоли используют кассетный фильтр воздуха. Поступающий воздушный поток проходит через префильтр, который задерживает частицы размером до 50 микрон. Далее рукавный фильтр тонкой очистки улавливает частицы размером до 0,1 микрона. В результате очищенный воздух выводится наружу. Фильтр монтируется непосредственно в систему воздуховодов для очистки удаляемого вытяжными устройствами воздуха. Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [26].

На проектируемом участке сборки-сварки консоли крепи механизированной МКЮ4У.54 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

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Очистка промышленных стоков должна соответствовать требованиям СНиП 2.04.02-84. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде [26].

5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

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

Согласно техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 23 июня 2014 года) (редакция, действующая с 13 июля 2014 года) по пожарной и взрывопожарной опасности помещения производственного и складского назначения независимо от их функционального назначения подразделяются на следующие категории [26]:

- 1) повышенная взрывопожароопасность (А);
- 2) взрывопожароопасность (Б);
- 3) пожароопасность (В1-В4);
- 4) умеренная пожароопасность (Г);
- 5) пониженная пожароопасность (Д).

Участок сборки и сварки консолей относится к 4 категории, умеренная пожароопасность (Г), так как здесь имеются негорючие материалы в горячем,

раскаленном расплавленном состоянии, горючие газы, жидкости, твердые вещества, сжигаемые в качестве топлива.

На проектируемом участке сборки-сварки консоли применяются следующие средства тушения пожара:

1) огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и электроустановок под напряжением (4 шт.);

2) песок (чистый и сухой) для тушения металлов, электроустановок под напряжением, древесины (2 точки);

3) кран внутреннего пожарного водопровода (2 шт.);

4) огнетушитель углекислотный ОУ-5 (2 шт.).

В качестве организационных мероприятий на проектируемом участке проводится противопожарный инструктаж рабочих. При организации участка соблюдены противопожарные правила и санитарные нормы при установке электрооборудования, вентиляции и освещения, что относится к техническим мероприятиям.

К мероприятиям режимного характера относятся: запрещение курения в неустановленных местах, производства сварочных и других огневых работ в пожаро - и взрывоопасных помещениях.

В качестве эксплуатационных мероприятий на участке предусмотрены своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания оборудования [26].

5.7 Правовые, организационные вопросы обеспечения безопасности

Правильная организация рабочего места сварщика способствует не только повышению производительности труда и качества сварки, но и обеспечению безопасных условий работы, снижению травматизма и

несчастных случаев.

В зависимости от габаритов свариваемых изделий и характера производства рабочее место сварщика может быть расположено либо в специальной кабине, либо в цехе или непосредственно на сборочном объекте. На данном участке используются кабины. Для лучшей вентиляции между полом к нижним обрезами стенки оставляют просвет 150÷200 мм [26].

Для окраски стен кабины применяют желтый крон, который хорошо поглощает ультрафиолетовые лучи. Окраска сварочных цехов и кабин в темные цвета не рекомендуется, так как при этом ухудшается общая освещенность места сварки.

На участке сборки-сварки изготовления консоли применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет 0,3÷3 метров в секунду. Чертеж общеобменной вентиляции ФЮРА.000004.162 ЛП представлен в графической части на отдельном листе.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [26]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad (61)$$

где $t_{\text{и}}$ и $t_{\text{в}}$ – температура поверхности источника и воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 27,4 \text{ Вт.}$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1 \cdot 1,5} = 1,84 \text{ м.} \quad (62)$$

Расход воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$), подтекающего к зонту с конвективным потоком, определяем по формуле:

$$L_{\text{к}} = 0,68 \cdot \sqrt{Q \cdot F^2 \cdot H}, \quad (63)$$

где Q – количество конвективного тепла, выделенного с поверхности источника, Вт,

F – площадь горизонтальной проекции источника тепловыделений, м^2 .

$$L_k = 0,68 \cdot \sqrt{10,4 \cdot 1,5^2 \cdot 1,84} = 4,46 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}},$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1 + 0,8 \cdot 1,84 = 2,47 \text{ м}, \quad (64)$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 1,5 + 0,8 \cdot 1,84 = 2,97 \text{ м}, \quad (65)$$

Определим количество воздуха, которое должен удалять вытяжной зонт:

$$L_B = \frac{L_k \cdot F_3}{F} = \frac{4,46 \cdot 2,47 \cdot 2,97}{1 \cdot 1,5} = 21,8 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}. \quad (66)$$

Определим количество воздуха для всех зонтов.

$$L_o = 21,8 \cdot 1 = 21,8 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L = 21,8 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный TEV-585 с двигателем типа АДМ 80В2У2, мощностью 2,2 кВт.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки-сварки консоли крепи механизированной МКЮ4У.54.

Для сборки консоли было предложено применение сборочно-сварочного стола ССД-05-03, что позволило сократить время на сборочной операции. В результате нововведения время изготовления одной консоли сократилось на 17,7 минут.

Так же была предложена замена сварочного оборудования на современные промышленные инверторы «Кедр» MIG 509.

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.

Произведен расчет себестоимости изготовления изделия который составил 64700,8 руб./изд. и определен критический объём реализации, который составил 18 изделий.

Список используемых источников

1. Сварка. Резка. Контроль: Справочник. В 2-х томах/Под общ.ред. Н.П. Алешина, Г.Г.Чернышова. М.: Машиностроение, 2014.Т.1/ Н.П. Алешин, Г.Г. Чернышов, Э.А. Гладков и др. 624с.
2. Способы управления формированием сварного шва//[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/sposoby-upravleniya-formirovaniem-svarnogo-shva>. Дата обращения: 25.05.2019г.
3. Способы управления формой сварного шва в положениях, отличных от нижнего// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/26361/1/conference_tpu-2016-C57_V1_p123-125.pdf. Дата обращения: 25.05.2019г.
4. К эффективности использования тепла расплава ванны//[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dspace.nbuiv.gov.ua/handle/123456789/>. Дата обращения: 25.05.2019г.
5. Автоматическая сварка труб с принудительным формированием шва// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://metallicheskiy-portal.ru/articles/svarka/asf/asf_tryb_s_prinyditelnim_form_shva/9. Дата обращения: 25.05.2019г.
6. Сварка пульсирующей дугой// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stroy-server.ru/notes/svarka-pulsiruyushchei-dugoi>. Дата обращения: 25.05.2019г.
7. Сущность процесса сварки модулированным током/Электронный ресурс/ Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2013/C36/V2/031.pdf>. Дата обращения: 25.05.2019г.
8. Импульсно-дуговая сварка// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://weldering.com/impulsno-dugovaya-svarka>. Дата обращения: 25.05.2019г.
9. Сварка с импульсной подачей электродной проволоки в смеси

защитных газов// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/4300435/page:7/>. Дата обращения: 25.05.2019г.

10. 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.

11. ГОСТ 2246-70 «Проволока стальная сварочная. Технические условия»// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.razum.ru>. Дата обращения. 30.04.2019г.

12. Свариваемость металла// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://bstudy.net/686434/tehnika/svarivaemost_metalla. Дата обращения. 26.05.2019г.

13. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96с.

14. Хромченко Ф.А. Справочное пособие электросварщика. // 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2005. – 415с.

15. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. Москва: «Машиностроение», 1980. – 319с.

16. Алюдеко-К.// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aludeko.ru/svarochnye-stoly-demmeler>. Дата обращения. 26.05.2019г.

17. Ахумов А.В. Справочник нормировщика. Ленинград, «Машиностроение», 1987, – 458с.

18. Всё для сварки// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.komplektacya.ru/r3_01p.htm. Дата обращения. 26.05.2019г.

19. АБИЗНЕС// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://abiznes.com.ua/files/gorel/G3.pdf>. Дата обращения. 26.05.2019г.

20. Ковалёв Г.Д. Технологическая инструкция по изготовлению сварных конструкций изделий горношахтного оборудования – ТИ 406.25090.00054. Инв.№ 2815 ООО «Юргинский машзавод», – 2007г. – 32с.

21. Азаров Н.А. Конструирование и расчет сварочных приспособлений

Томск, ТПУ, 2009. – 48с.

22. Ростехнадзор// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rostekhnadzor.ru/razrabotka-tehnicheskoy-dokumentacii/>. Дата обращения. 26.05.2019г.

22. Расчет винтового прижима// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studbooks.net/2531539/tovarovedenie/raschet_vintovogo_prizhima. Дата обращения. 26.05.2019г.

23. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х томах. Том 2., Изд-во. Машиностроение, – 2009г., Ред.: И. Жесткова. – 559с.

24. Крампит Н.Ю., Федько В.Т. Проектирование сварочных цехов: Конспект лекций. – Ю.: Изд-во ЮФ ТПУ. – 1998. – 70с.

25. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов специальности 120100 «Технология машиностроения» и направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение» – Юрга: ЮТИ ТПУ, 2014. – 21с.