

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Юргинский технологический институт

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Специализация «Оборудование и технология сварочного производства»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ БЫСТРОВОЗВОДИМОГО ЗДАНИЯ ШИРИНОЙ 12 МЕТРОВ

УДК 621.757:621.791:69.057.1

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А70	Василевский Д.В.		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

Юрга – 2022 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

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

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

Студент гр. 3-10А70

Василевский Д.В.

Руководитель ВКР

Ильященко Д.П. к.т.н., доцент

Школа Юргинский технологический институт
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
 Специализация «Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП «Машиностроение»
Д. П. Ильященко
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А70	Василевскому Дмитрию Владимировичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки быстровозводимого здания шириной 12 метров	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	24 .01.2022 24-21/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2022 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Обзор и анализ литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Разработка технологического процесса. 4. Разработка сборочно-сварочных приспособлений. 5. Проектирование участка сборки-сварки. 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 7. Социальная ответственность.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. ФЮРА.000БВЗ.136.00.000 СБ Быстровозводимое здание 1 лист (А1) 2. ФЮРА.000001.136.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (А1). 3. ФЮРА.000002.136 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000003.136 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия. 5. ФЮРА.000004.136 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000005.136 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000006.136 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1).
---	---

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

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03.02.2022 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А70	Василевский Д.В.		

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Юргинский технологический институт

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Специализация «Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2021 – 2022 учебного года)

Форма представления работы:

ВКР бакалавра

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2022 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.01.2022	Обзор литературы	20
25.02.2022	Объекты и методы исследования	20
25.03.2022	Расчеты и аналитика	20
25.04.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
25.05.2022	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Василевский Д.В.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
З-10А70	Василевскому Дмитрию Владимировичу

Школа	Юргинский технологический институт	Направление	15.03.01 Машиностроение
Уровень образования	бакалавр	Специализация	Оборудование и технология сварочного производства

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	15955,02 руб. 275,4 руб. 1525,49 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Проволока Газ	129,48 кг 0,228 кг 127,7 л
3. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Определение капитальных вложений
2. Расчет составляющих себестоимости
3. Расчет количества приведенных затрат

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.01.2022
--	------------

Задание выдал:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		25.01.2022 г.

Консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		25.01.2022 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А70	Василевский Д.В.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A70	Василевскому Дмитрию Владимировичу

Школа	Юргинский технологический институт	Направление	15.03.01 Машиностроение
Уровень образования	бакалавр	Специализация	Оборудование и технология Сварочного производства

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.02.2022 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Василевский Д.В.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа: 137 с., 4 рис., 18 табл., 64 источников, 4 прил., 7 л. графического материала.

Ключевые слова: СВАРКА ПЛАВЛЕНИЕМ, ТЕХНОЛОГИЯ, МЕТОД СВАРКИ, СИЛА СВАРОЧНОГО ТОКА, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, ПЛАН УЧАСТКА, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ.

Объектом разработки является изготовление быстровозводимого здания.

Цель работы: разработка технологии изготовления быстровозводимого здания.

В процессе выполнения работ проводились изучение составных деталей изделия, определение марки стали, выбор метода сварки, определение режимов сварки и сварочных материалов, нормирование операций, составление технологического процесса, расчет необходимого количество оборудования и численности рабочих.

В результате выполнения работ рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. Посчитан коэффициент приведенных затрат.

Экономические показатели:

- капитальные вложения 1031880 руб;
- себестоимость продукции 489248700,98руб;
- количество приведенных затрат 489403482,95 руб/изд.×год.

Abstract

Final qualifying work 137 p., 4 drawings, 18 tables, 64 sources, 4 applications, 7 p. graphic material.

Key words: FUSION WELDING, TECHNOLOGY, WELDING MODES, WELDING CURRENT STRENGTH, WELDING EQUIPMENT, PRODUCTIVITY, SITE PLAN, FIXTURE, INDUSTRIAL SAFETY, COST.

The object of development is the manufacture of a prefabricated building.

Objective. The aim of the work is to develop a technology for manufacturing a prefabricated building.

In the course of the work, the components of the product were studied, the steel grade was determined, the welding method was selected, the welding modes and welding consumables were determined, operations were standardized, the technological process was drawn up, and the required amount of equipment and the number of workers were calculated.

As a result of the work, welding modes were calculated, welding equipment was selected, assembly and welding operations were normalized. The cost factor has been calculated.

Economic indicators:

- capital investments 1031880 rubles;*
- cost of production 489248700,98rubles;*
- the number of reduced costs 489403482,95 rubles / ed. × year.*

Содержание

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки	16
Введение	17
1 Обзор и анализ литературы	19
1.1 Сварочное оборудование	19
1.2 Сварочные приспособления	20
1.3 Заключение	21
2 Объект и методы исследования	22
2.1 Описание сварной конструкции	22
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	22
2.2.1 Требования к подготовке кромок	23
2.2.2 Требования к сборке сварного соединения	23
2.2.3 Требования к сварке при прихватке	24
2.2.4 Требования к сварке	25
2.2.5 Требования к контролю	27
2.3 Методы и средства проектирования	30
2.4 Постановка задачи	30
3 Разработка технологического процесса	32
3.1 Анализ исходных данных	32
3.1.1 Основные материалы	32
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	35
3.1.3 Выбор сварочных материалов	36
3.2 Выбор основного оборудования	37
3.3 Выбор технологических режимов	40
3.4 Выбор оснастки	41
3.5 Составление схем узловой и общей сборки	42
3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	44
3.7 Разработка технологической документации	48

3.8 Техническое нормирование операций	51
3.9 Материальное нормирование	54
3.9.1 Затраты на металл	54
3.9.2 Расход сварочной проволоки	54
3.9.3 Расход защитного газа	56
3.9.4 Расход электроэнергии	56
4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений	58
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	58
4.2 Расчёт элементов приспособления	60
4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление	61
5 Проектирование участка сборки сварки	63
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	63
5.2 Расчёт основных элементов производства	63
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	64
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	65
5.3 Пространственное расположение производственного процесса	66
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	68
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	68
6.2 Экономический анализ техпроцесса	68
6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	69
6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	69
6.2.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	71
6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	71
6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы	72
6.2.2.2 Определение затрат на вспомогательные материалы	73
6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату	73
6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию	74
6.2.2.5 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования	75
	13

6.2.2.6 Затраты на амортизацию приспособлений	75
6.2.2.7 Определение затрат на содержание помещения	76
6.3 Расчет технико-экономической эффективности	77
6.4 Основные технико-экономические показатели участка	77
7 Социальная ответственность	79
7.1 Описание рабочего места	79
7.2. Законодательные и нормативные документы	80
7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	82
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	88
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	89
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	91
7.5 Охрана окружающей среды	92
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	94
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	94
Заключение	96
Библиография	97
Приложение А (Спецификация Быстровозводимое здание)	103
Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	105
Приложение В (Технологический процесс)	106
Приложение Г (Инструкция по эксплуатации приспособления)	131
Диск CD-R	В конверте на обложке
Графический материал	На отдельных листах
ФЮРА.000БВЗ.136.00.000 СБ Быстровозводимое здание.	Формат А1
Сборочный чертеж	
ФЮРА.000001.136.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное.	Формат А1

Сборочный чертеж

ФЮРА.000002.136 ЛП План участка Формат А1

ФЮРА.000003. 136 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия Формат А1

ФЮРА.000004. 136 ЛП Система вентиляции участка Формат А1

ФЮРА.000005.136 ЛП Основные технико-экономические показатели Формат А1

ФЮРА.000006.136 ЛП Карта организации труда на производственном участке. Формат А1

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

ВИК – визуальный и измерительный контроль;

КПД – коэффициент полезного действия;

ИТР – инженерно-технические работники;

МОП – младший обслуживающий персонал;

ГОСТ 2601-74 «Сварка металлов. Основные понятия, термины и определения»

ГОСТ 23118-2012 – Конструкции стальные строительные. Общие технические условия;

РД 34.15.132-96 «Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов»;

СП 53-101-98. «Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций»;

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

СНиП II-23-81 - Стальные конструкции;

СНиП 3.03.01-87 – Несущие и ограждающие конструкции;

ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная;

ГОСТ Р ИСО 14175-2010 – Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов;

ГОСТ Р 2.601-2019 – Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы;

ГОСТ Р 2.610 – Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов;

ГОСТ 3520-1-2012 – Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением;

ГОСТ 5817-2021 – Сварные соединения из стали, никеля, титана и их сплавов, полученные сваркой плавлением (исключая лучевые способы сварки). Уровни качества.

Введение

Рамные конструкции из сварных двутавров обладают рядом преимуществ по сравнению с решетчатыми конструкциями. К очевидным преимуществам можно отнести высокую технологичность этих конструкций по всем заготовительным и сборочным операциям, возможность глобальной автоматизации производства, исключительную надежность, в том числе при воздействии динамических нагрузок и низких температур, повышенную коррозионную стойкость, малую строительную высоту, позволяющую существенно уменьшить строительный объем зданий и практически исключить дополнительную монтажную сборку, присущую фермам больших пролетов и др.

Рамные конструкции отличаются большим разнообразием статических схем, количеством пролетов, конфигурацией и т. д., что позволяет строить здания самого различного назначения и размеров. В общем, рамные конструкции и каркасы зданий, выполненные с их применением, можно классифицировать следующим образом [1].

Ведущим принципом скоростного монтажа является сборка конструкций в крупные блоки на земле с последующим подъемом их в проектное положение с минимальным объемом монтажных работ наверху. Типизация создает предпосылки для сокращения сроков монтажа и снижения его трудоемкости, так как повторяющиеся виды конструкций и их сопряжений позволяют лучше использовать монтажное оборудование и совершенствовать процесс монтажа [2].

Приоритетными направлениями развития сварочного производства являются: снижение металлоемкости конструкций, комплексная механизация и автоматизация сборочных, монтажных и сварочных работ, повышение уровня использования сварочного оборудования и материалов, эффективная организация рабочих мест, профессиональная подготовка производственного персонала. Трудно назвать отрасль промышленности, которая обходилась бы без

применения сварки. Сваркой соединяют детали космических кораблей, лопасти турбин, корпуса подводных лодок и самолетов, корпуса приборов и выводы микросхем. Детали, соединенные сваркой, имеют прочность, равную прочности основного металла [3].

Сварка широко применяется в производстве, так как она позволяет резко сократить расход металла, сроки выполнения работ и трудоёмкость производственных процессов. науки и техники. Например, при замене клепаных конструкций на сварные соединения экономия металлов составляет 15-20% [3]. Для болтовых и заклепочных соединений требуется дополнительно точная разметка отверстий и сверление, болтовые соединения могут со временем ослабнуть, а заклепочные не всегда технологически возможно выполнить.

Цель работы: разработка технологии изготовления быстровозводимого здания.

Задачи выполнения работы – выбор технологических режимов, подбор сварочного оборудования, нормировка сборочно-сварочного производства по разделам.

Объект разработки – изготовление быстровозводимого здания.

Предметом разработки является проектирование участка сборки-сварки изделия.

1 Обзор и анализ литературы

На сварочном производстве, для выполнения сварочных операций, необходимо современное сварочное оборудование. Существует много современных производителей занимающихся выпуском сварочного оборудования. Предпочтительно остановить свой выбор в пользу российских производителей.

В процессе производства быстровозводимого здания возникает необходимость надежного крепления свариваемых элементов. Для этого необходимо выбрать подходящие по своим характеристикам приспособления. Для этого подойдут сварочные столы с установленными на них упорами и прижимами. Подобное оборудование выпускает ряд компаний.

1.1 Сварочное оборудование

В эксплуатационной надежности производства сварных конструкций оказывает влияние технологическое оборудование, применяемое при производстве. Приведем несколько производителей сварочного оборудования:

- бренд *EVOSPARK* использует производственные мощности предприятия ООО «Завод технологических источников» (ООО «ЗТИ»). Предприятие расположено в Санкт-Петербурге и содержит в своем составе сборочный цех, конструкторское бюро, отдел разработки ПО, лабораторию силовой электроники и лабораторию исследования сварочных процессов – весь цикл разработки и сборки продукции. Предприятия-поставщики печатных плат и металлических элементов корпусов расположены в непосредственной близости от завода, что упрощает изготовление несерийного оборудования под нужды заказчиков [4];

- компания *CEBORA*. Уже более 60 лет компания *CEBORA* из пригорода Болоньи выпускает сварочное оборудование. На протяжении всего

этого времени итальянцы совершенствовали технологические процессы производства и разрабатывали новую продукцию. За счет постоянного движения в ногу со временем сварочная техника *CEBORA* всегда соответствует современным эксплуатационным и потребительским качествам [5];

- компания *HELVI*. Основана в 1975 году (Италия). Выполняет все этапы самостоятельно: от проектирования до сборки и финальных испытаний [6];

- компания «*ROSWELD*». Источники тока для промышленной сварки марки *ROSWELD* производятся в России, в Санкт-Петербурге, компанией *Power Sources Technology Manufacturing Limited (PSTM Ltd)*. *Power Sources Technology Manufacturing Limited* – современное предприятие, объединившее специалистов высокого уровня, конструкторов, программистов, технологов с целью разработки и производства импульсных источников питания различного назначения в промышленности [7];

- *Lincoln Electric* является мировым лидером в разработке, проектировании и производстве передовых решений для дуговой сварки, автоматизированных систем соединения, сборки и резки, оборудования для плазменной и газокислородной резки, а также занимает лидирующие позиции в мире по производству сплавов для пайки и пайки [8].

1.2 Сварочные приспособления

Современные производители предлагают комплексные решения в зависимости от назначения изготовления изделия (объект ОТУ) «сварочные материалы, технологии». Рассмотрим несколько производителей приспособлений и устройств для сборки сварных конструкций:

- компания *DEMMELE*R [9];
- компания Балт Стрим [10];
- компания «Старк-профи» [11];

- компания «Интертехприбор» [12];
- компания ГК СфераПро [13].

1.3 Заключение

Из рассмотренных выше производителей сварочного оборудования стоит выбрать компанию *EVOSPARK*, так как оборудование этой компании полностью производится в России из российских комплектующих. Оборудование этой компании обладает ПВ 100% при 40 С. Источники *EVOSPARK* содержат в контуре управления микропроцессор, который вычисляет все параметры сварочного процесса. При этом сварочная программа задается в тестовом или графическом виде. Поэтому выбираем сварочный полуавтомат *EvoMig Basic 350* с устройством подачи проволоки открытого типа УПП-300П. Так же для сборки изделия выбирается сварочный стол *DEMMELE*R с необходимой оснасткой. Оборудование компании *DEMMELE*R обладает следующими достоинствами:

- интеллектуальные растровые системы, а также универсальные и продуманные зажимные приспособления обеспечивают неограниченные возможности зажима;
- изделия из оригинальной трехмерной зажимной системы *DEMMELE*R отличаются исключительной прочностью и долговечностью;
- трехмерные сварочные столы позволяют добиться оптимальных свойств поверхности благодаря специально оптимизированному процессу закалки *DEMONT*, который делает поверхности еще более износостойкими и долговечными.

Окончательно выбирается сварочный стол *DEMMELE*R (габариты 3000 x 1500 мм) с необходимой оснасткой.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Изготавливаемое изделие – быстровозводимое здание. Оно служит для крепления крыши и стеновых профилей. В качестве материала деталей изделия применяется сталь марки Ст3пс ГОСТ 23118-2012. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.000БВЗ.136.00.000 СБ. Габаритные размеры изделия: 11975 мм×2562 мм×6289 мм. Масса: 1800,4 кг. (Габариты и масса изделия взяты из чертежа ФЮРА.000БВЗ.136.00.000 СБ сделанного в программе Компас).

Быстро возводимое здание подвергается непосредственному воздействию динамических и статических нагрузок. Изделие эксплуатируется в воздушной среде. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

Изготавливаемое изделие – быстровозводимое здание в соответствии со списком групп технических устройств опасных производственных объектов, сварка (наплавка) которых осуществляется аттестованными сварщиками с применением аттестованных сварочных материалов, сварочного оборудования и технологий сварки относится к группе технических устройств регламентированных Ростехнадзором, подведомственным НАКС [14] Строительные конструкции (СК) [15]. Металлические строительные конструкции (Утвержден решением НТС НАКС протокол №17 от 20.03.2007 г) выполнение работ должно выполняться согласно РД 34.15.132-96 «Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при

сооружении промышленных объектов» и СП 53-101-98. «Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций».

2.2.1 Требования к подготовке кромок

Обработка кромок элементов под сварку и вырезка отверстий на монтажной площадке может производиться кислородной, воздушно-дуговой, плазменно-дуговой резкой с последующей механической обработкой поверхности реза.

Поверхности кромок не должны иметь надрывов и трещин. При обработке абразивным инструментом следы зачистки должны быть направлены вдоль кромок [16].

Кромки свариваемых деталей под выбранный способ сварки установленный в главе 1, а именно механизированная сварка в среде защитных газов, должны соответствовать ГОСТ 14771-76.

2.2.2 Требования к сборке сварного соединения

В процессе сборки необходимо выдерживать геометрические размеры конструкций, расположение групп отверстий, зазоры между торцами деталей и совмещение их плоскостей в местах соединений, подлежащих сварке, центрирование стержней в узлах решетчатых конструкций, плотность примыкания деталей друг к другу в местах передачи усилий путем плотного касания.

Предельные отклонения геометрических размеров сборочной единицы, передаваемой для сварки, не должны превышать допустимые отклонения, приведенные в проектной документации.

Зазор и смещение кромок деталей, собранных под сварку, должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771-76.

Перед подачей конструкции на сварку следует произвести контроль качества сборки и при необходимости исправить имеющиеся дефекты.

Обязательному контролю подлежит соответствие геометрических размеров сборочных единиц проектной документации, а также требованиям соответствующих ГОСТ на узлы соединений деталей сборочных единиц [17].

2.2.3 Требования к сварке при прихватке

Закрепление деталей при сборке следует осуществлять прихватками. При выполнении прихваток необходимо соблюдать следующие требования [17]:

- прихватки собираемых деталей в конструкции необходимо располагать только в местах наложения сварных швов;
- катет шва прихваток назначают минимальным в зависимости от толщины соединяемых элементов согласно СНиП II-23-81*;
- длина сварного шва прихватки должна быть не менее 30 мм, расстояние между прихватками – не более 500 мм, количество прихваток на каждой детали - не менее двух;
- сварочные материалы для прихваток должны обеспечивать качество наплавленного металла, соответствующее качеству металла сварных швов по проектной документации;
- прихватки выполняют рабочие, имеющие право доступа к сварочным работам;
- при сборке конструкций большой массы размеры и расстановку прихваток определяет технологическая документация с учетом усилий, возникающих при кантовке и транспортировании.

Сварку стальных конструкций следует осуществлять по разработанному на предприятии технологическому процессу, оформленному в виде типовых или

специальных технологических инструкций, карт и т.п., в которых должны учитываться особенности и состояние производства.

Сварку конструкций следует выполнять только после проверки правильности сборки конструкций производственным или контрольным мастером.

Свариваемые кромки и прилегающая к ним зона металла шириной не менее 20 мм, а также кромки листов в местах примыкания выводных планок перед сборкой должны быть очищены от влаги, масла, грата и загрязнений до чистого металла. Непосредственно перед сваркой при необходимости очистка должна быть повторена, при этом продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями [17].

2.2.4 Требования к сварке

Сварка металлоконструкций зданий промышленных объектов должна проводиться сварщиками, имеющими удостоверения на право производства соответствующих сварочных работ, выданные им согласно требованиям «Правил аттестации сварщиков», утвержденных Госгортехнадзором России.

К сварке конструкций из сталей с пределом текучести 390 МПа (40 кгс/мм²) и более допускаются сварщики, имеющие удостоверение на право работ по сварке этих сталей.

К механизированным способам сварки допускаются сварщики-операторы, прошедшие специальный курс теоретической и практической подготовки и сдавшие испытания на право производства этих работ.

Сварщики всех специальностей и квалификаций должны сдать испытания на 2-ю квалификационную группу по электробезопасности. Кроме того, все сварщики должны сдать испытания по противопожарным мероприятиям и технике безопасности [16].

Аттестацию сварщиков согласно ГОСТ Р 59604.2-2021 [18] «Система аттестации сварочного производства. Часть 2. Аттестация персонала. Правила» проводят путем проверки их практических навыков и теоретических знаний в соответствии с видом сварки, по которому он аттестуется, и направлением его производственной деятельности (группа или наименование технических устройств, сварку- которых выполняет сварщик на производстве. вид выполняемых работ - изготовление, монтаж, ремонт) [19].

Сварку следует производить, как правило, в пространственном положении, удобном для сварщика и благоприятном для формирования шва. При этом не допускается чрезмерно большой объем металла шва, наплавляемого за один проход, чтобы избежать несплавления шва со свариваемыми кромками.

Выполнение каждого валика многослойного шва допускается производить после очистки предыдущего валика, а также прихваток от шлака и брызг металла. Участки слоев шва с порами, раковинами и трещинами должны быть удалены до наложения следующего слоя.

Отклонения размеров швов от проектных не должно превышать значений, указанных в ГОСТ 14771-76 «Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные». Размеры углового шва должны обеспечивать его рабочее сечение, определяемое величиной проектного значения катета с учетом предельно допустимой величины зазора между свариваемыми элементами; при этом для расчетных угловых швов превышение указанного зазора должно быть компенсировано увеличением катета шва [17].

Швы сварных соединений и конструкции по окончании сварки должны быть очищены от шлака, брызг и натеков металла. Приваренные сборочные приспособления надлежит удалять без применения ударных воздействий и повреждения основного металла, а места их приварки зачищать до основного металла с удалением всех дефектов.

Около шва сварного соединения должен быть поставлен номер или знак сварщика, выполнившего этот шов. Номер или знак проставляется на расстоянии не менее 4 см от границы шва, если нет других указаний в проектной или

технологической документации. При сварке сборочной единицы одним сварщиком допускается производить маркировку в целом; при этом знак сварщика ставится рядом с маркировкой отправочной марки.

Контроль качества сварных соединений должен проводиться в рамках системы управления качеством продукции, разработанной на предприятии, в которой установлены области ответственности и порядок взаимодействия технических служб и линейного персонала.

Контроль качества содержит две последовательно осуществляемые группы мероприятий: операционный контроль, приемочный контроль.

Операционный контроль проводится по всем этапам подготовки и выполнения сварочных работ, основные положения которых изложены в настоящем документе, а именно: подготовка и использование сварочных материалов, подготовка кромок под сварку, сборка, технология сварки, надзор за наличием и сроками действия удостоверений сварщиков на право выполнения сварочных работ и соответствием выполняемых работ присвоенной квалификации.

Контроль должен производиться до окрашивания конструкций [17].

2.2.5 Требования к контролю

Операционный контроль сварочных работ выполняется производственными мастерами службы сварки и контрольными мастерами службы технического контроля (СТК).

Перед началом сварки проверяется [16]:

- наличие у сварщика допуска к выполнению данной работы;
- качество сборки или наличие соответствующей маркировки на собранных элементах, подтверждающих надлежащее качество сборки;
- состояние кромок и прилегающих поверхностей;

- наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных материалов;
- состояние сварочного оборудования или наличие документа, подтверждающего надлежащее состояние оборудования.

К проведению ВИК допускаются только квалифицированные специалисты, аттестованные в соответствии с правилами аттестации персонала в области неразрушающего контроля - СДАНК-02-2020 (НТЦ ПРОМ. БЕЗОПАСНОСТЬ) или СНК ОПО РОНКТД-03-2021 (НАКС). Специалисты НК в зависимости от их подготовки и производственного опыта аттестуются по трем уровням профессиональной квалификации – *I, II, III*. Квалификация *I* уровня не дает права подписи заключений о результатах контроля, такую возможность имеют специалисты *II* уровня квалификации и выше. Аттестацию специалистов неразрушающего контроля проводят независимые органы по аттестации персонала в сфере НК [19].

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится: ВИК в объеме 100 % [16].

Окраску поверхностей стен, потолков, рабочих столов и стендов на участках визуального и измерительного контроля рекомендуется выполнять в светлых тонах (белый, голубой, желтый, светло-зеленый, светло-серый) для увеличения контрастности контролируемых поверхностей деталей (сборочных единиц, изделий), повышения контрастной чувствительности глаза, снижения общего утомления специалиста, выполняющего контроль [20,21].

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76), которые приведены в приложении 14 [16].

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения $\pm 0,1$ мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5-10-кратным увеличением.

При внешнем осмотре качество сварных соединений конструкций должно удовлетворять требованиям табл. П14.1 [16].

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Контроль швов сварных соединений конструкций неразрушающими методами следует проводить после исправления недопустимых дефектов, обнаруженных внешним осмотром.

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых, согласно проекту, требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 мм.

В соединениях, доступных сварке с двух сторон, а также в соединениях на подкладках суммарная площадь дефектов (наружных, внутренних или тех и других одновременно) на оценочном участке не должна превышать 5 % площади продольного сечения сварного шва на этом участке.

В соединениях без подкладок, доступных сварке только с одной стороны, суммарная площадь всех дефектов на оценочном участке не должна превышать 10 % площади продольного сечения сварного шва на этом участке.

Дефекты геометрии сварного шва проверяются согласно ГОСТ 3520-1-2012 «Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением». Уровни качества должны соответствовать ГОСТ 5817-2021 «Сварные соединения из стали, никеля, титана и их сплавов, полученные сваркой плавлением (исключая лучевые способы сварки). Уровни качества».

Сварные соединения, контролируемые при отрицательной температуре окружающего воздуха, следует просушить нагревом до полного удаления замерзшей воды [16].

2.3 Методы и средства проектирования

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов. Методы проектирования, применяемые в дипломной работе:

Необходимо рассчитать технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, , вентиляция, экономическая часть. Расчеты можно производить в программа *MathCad*. Данная программа выпускается компанией *PTC* [22].

Для обеспечения технологичности изготовления изделий целесообразно использовать сборочно-сварочное приспособление. Чертеж приспособления выполнялся в программе *Компас-3D*. Данная программа выпускается компанией *АСКОН* [23]. Так же существуют аналогичные программы: *SprutCAM* компании СПРУТ-технология [24], *AutoCAD* от компании *Autodesk* [25] и *SOLIDWORKS* компании *SolidWorks Corporation* [26].

2.4 Постановка задачи

Цель работы: разработка технологии изготовления быстровозводимого здания.

Задачами выполнения работы являются: расчет режимов сварки, подбор сварочного оборудования, нормировка сборочно-сварочного производства по разделам.

При выполнении выпускной квалификационной работы необходимо обеспечить качество, технологичность и экономичность процесса изготовления изделия при оптимальном уровне механизации и автоматизации производства.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Быстровозводимое здание – это цельносварная конструкция из элементов листового проката и металлических профилей изготовленная из стали Ст3пс.

Химический состав и механические свойства стали Ст3сп приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали Ст3пс в % (ГОСТ 23118-2012) [27]

C	Si	Mn	S	P	Cu	Cr	Ni	As	N
			Не более						
0,14-0,22	0,05-0,15	0,4-0,65	0,05	0,04	0,30	0,30	0,30	0,08	0,01

Таблица 3.2 – Механические свойства стали Ст3пс (ГОСТ 23118-2012) [27]

σ_b , Н/мм ²	σ_t , Н/мм ²	δ_5 , %
370-480	245	26

Обеспечение надежности сварной конструкции и заданных эксплуатационных свойств, обеспечивается техническими режимами сварки и свариваемостью основного металла. 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 [28].

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

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

Такие особенности сварки, как высокая температура нагрева, малый объём сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. – в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия [29]:

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

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

свариваемости должно входить [29]:

- определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;
- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;
- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;
- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [29]:

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

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

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [29]:

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

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

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов [29], 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 Ст3пс:

$$C_{\text{экв}} = 0,14 + (0,4/6) + (0,05/24) + (0,3/10) + 0,3/5 = 0,3 \, \%.$$

Сталь Ст3пс – углеродистая ГОСТ 23118-2012. Эта сталь относится к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [30]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Способы сварки при разработке технологии следует выбирать как из числа типовых, так и из числа специальных способов сварки, чтобы проектируемая технология наиболее соответствовала современным требованиям, была эффективной и перспективной.

Выбранный способ сварки должен удовлетворять требованиям, установленным исходными данными. Если в результате выбора предполагается несколько способов, то окончательный выбор должен зависеть от

технологичности данного способа и он должен обладать наименьшими материальными затратами.

Для стали Ст3сп рекомендуются следующие способы сварки: ручная дуговая сварка, плавящимся электродом в защитном газе; автоматическая дуговая сварка под флюсом; электрошлаковая сварка [30]. Так как в изделии нет протяженных швов выбираем сварку плавящимся электродом в среде защитных газов *Ar* и *CO₂* (*Ar* – 80%, *CO₂* – 20%) ISO 14175 – M21 – *ArC* - 20 ГОСТ Р ИСО 14175-2010.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

При выборе сварочной проволоки нужно принимать во внимание химический состав свариваемых сталей, с учетом этого фактора необходимо производить выбор сварочной проволоки. Химический состав проволоки должен быть близким по своему составу к химическому составу стали. Для сварки в среде защитных газов выберем сварочную проволоку Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [31]

Марка проволоки	Химический состав							
	<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Ti</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
					не более			
Св-08Г2С-О	0,05÷0,11	1,8÷2,1	0,7÷0,95	-	0,025	0,02	0,025	0,03

Таблица 3.4 – Механические свойства металла шва [32]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	KV, Дж	KCU, Дж/см ²	
			-20 ⁰ С	-40 ⁰ С	-60 ⁰ С
Св-08Г2С-О	510	12	47		43

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь *ISO 14175 – M21 – ArC – 20* двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010). Смесь газов, по сравнению со сваркой в чистом углекислом газе снижает разбрызгивание расплавленного металла электродной проволоки и достигается лучшее смачивание верхней части шва [33].

3.2 Выбор основного оборудования

Обзор литературы, проведенной в первой главе позволяет установить что, оборудование компании *EVOSPAK* полностью производится в России из российских комплектующих. Оборудование этой компании обладает ПВ 100% при 40 С, Источники *EVOSPAK* содержат в контуре управления микропроцессор, который вычисляет все параметры сварочного процесса. При этом сварочная программа задается в тестовом или графическом в виде. Поэтому выбираем источник сварочного тока и подающий механизм для механизированной сварки этой компании. Для сварки в среде защитного газа *ISO 14175 – M21 – ArC – 20* плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки $I_c = 260-280$ А, напряжение сварки $U = 26-28$ В [34]. Согласно требуемым условиям, выбираем сварочный полуавтомат *EvoMig Basic 350* [35] с устройством подачи проволоки открытого типа УПП-300П [36].

Модульная архитектура источников тока *EVOSPAK* выстроена на унифицированных силовых модулях – высокочастотных инверторах, –

собранных внутри универсального корпуса по принципу конструктора. При такой сборке наращивание мощности аппарата достигается всего лишь пристыковкой очередного силового блока. Соединяя между собой силовые модули, можно управлять сварочными токами силой до 2000 ампер [37].

Сварочный полуавтомат *EvoMig Basic 350*.

Источники *EVOSPARK* содержат в контуре управления микропроцессор, который вычисляет все параметры сварочного процесса. При этом сварочная программа задается в виде циклограммы на цветном дисплее. Технические характеристики сварочного полуавтомата *EvoMig Basic 350* даны в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Технические характеристики сварочного полуавтомата *EvoMig Basic 350* [36]

Наименование параметра	Значение
Сварочный ток в режиме <i>MIG/MAG</i> , А	25-350
Сварочный ток в режиме <i>MMA</i> , А	20-350
Сварочный ток в режиме строжки, А	150-350
Сварочный ток в режиме <i>TIG DC Lift</i> , А	3-350
Сеть, В/	400 ±25%
Частота, Гц	50/60
Авт. выключатель, А	3×40
Потребляемый ток, А	26
Мощность: в режиме <i>MIG/MAG</i> , кВт в режиме <i>MMA</i> , кВт в режиме строжки, кВт в режиме <i>TIG DC Lift</i> , кВт	12,2 13,2 14,2 9,3
Класс защиты	IP 34
Класс изоляции	Н
Вес, кг	42,1
Габариты, мм	740 × 300 × 460

Внешний вид сварочного полуавтомата *EvoMig Basic 350* представлен на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Внешний вид сварочного полуавтомата *EvoMig Basic 350* [36]

Устройство подачи проволоки открытого типа УПП-300П.

Совместно со сварочным полуавтоматом *EvoMig Basic 350* рекомендуется использовать устройство подачи проволоки открытого типа УПП-300П.

Внешний вид устройства подачи проволоки открытого типа УПП-300П представлен на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Внешний вид устройства подачи проволоки открытого типа УПП-300П [36]

Технические характеристики устройства подачи проволоки открытого типа УПП-300П показаны в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Технические характеристики устройства подачи проволоки открытого типа УПП-300П [36]

Наименование параметра	Значение
Скорость подачи проволоки, м/мин	1,0...25,0
Диаметр сварочной проволоки, мм	0,8...2,0
Количество роликов	4 ролика, 4 ведущих
Питание, В	36
ПВ 100% при работе с токами, А	до 550
Класс защиты	IP 23
Класс изоляции	Н
Подключение горелки	<i>Euro</i> -разъём
Вес, кг	19,0
Габариты, мм	700×300×430

3.3 Выбор технологических режимов

Сварочный полуавтомат *EvoMig Basic 350* характеризуются наличием цифрового синергетического управления, которое автоматически определяет оптимальные параметры сварки, для этого в него нужно ввести данные о толщине металла, используемом защитном газе и диаметре проволоки [35].

При изготовлении быстровозводимого здания свариваются детали с толщинами: 3; 4; 5; 5,4; 5,6; 9,5 и 10 мм. Режимы сварки согласно источнику [34] приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Режимы сварки [34]

Толщина металла, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Расход газа, л/мин
3...4	200...350	25...32	8...15
6	250-420	25...36	10...16
9...10	300...450	28...38	12...16

3.4 Выбор оснастки

Оснастка технологическая – это совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок и инструмента, выполнения сборочных операций, деталей или изделий. Использование оснастки позволяет осуществить дополнительную или специальную обработку и/или доработку выпускаемых изделий.

При изготовлении быстровозводимого здания предлагается применять для надежной фиксации свариваемых деталей сварочные столы *DEMMELE*R [38] с элементами крепления (угольники [39] и быстрозажимные устройства [40]). На данных столах должны обеспечиваться размеры между деталями 1500 и 2500 мм. Подробно сварочные столы *DEMMELE*R с элементами крепления описаны в первой главе. Внешний вид сварочных столов *DEMMELE*R с элементами крепления показан на чертеже ФЮРА.000001.136.00.000 СБ.

Спецификация сварочных столов *DEMMELE*R с элементами крепления приведена в приложении Б. Так же сборка и сварка деталей выполняется на сварочных козлах.

3.5 Составление схем узловой и общей сборки

Технологический процесс сборки – это совокупность операций по соединению деталей в определённой технической и экономически целесообразной последовательности для получения сборочных единиц и изделий, соответствующих предъявляемым к ним требованиям.

Различают процессы узловой и общей сборки. Объектом узловой сборки является сборочная единица – самостоятельная часть машины или устройства, которая выполняет определённую функцию и может транспортироваться либо для установки, либо для реализации.

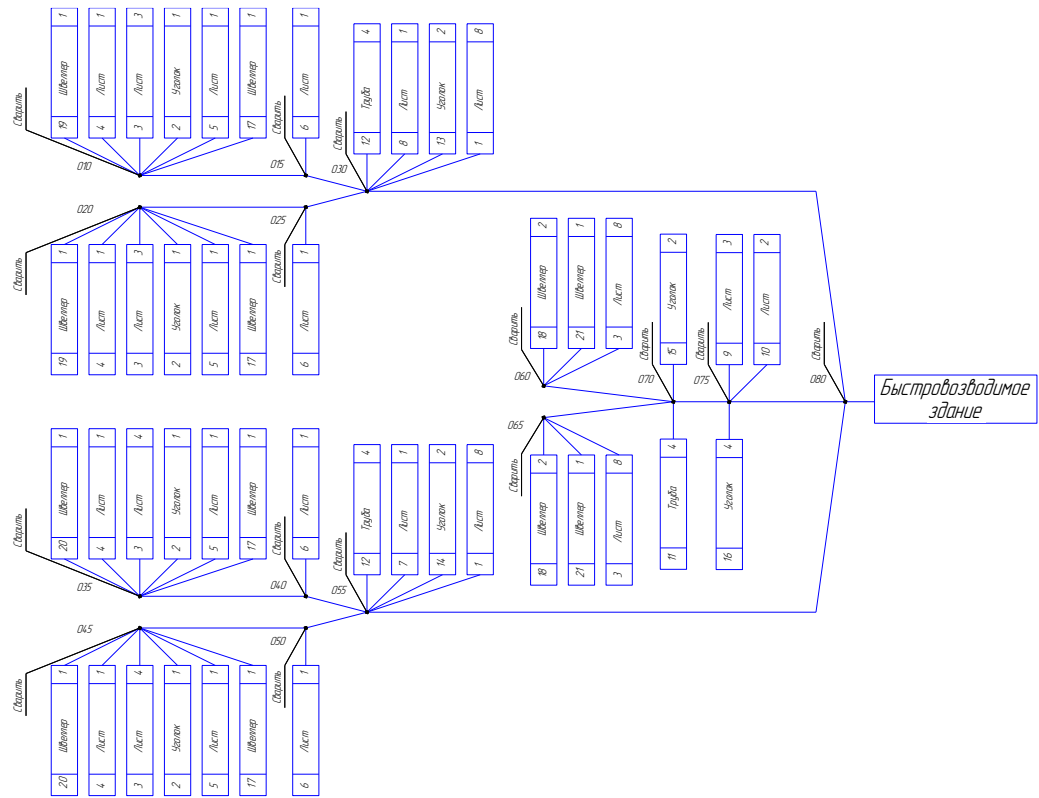
Технологическая схема сборки – графическое изображение последовательности сборки изделия или сборочной единицы.

Технологическая схема сборки содержит информацию о комплектующих изделиях или узлах (базовом элементе, сборочных единицах и деталях), последовательности их сборки, а также о методе сборки. Базовый элемент и готовое изделие связывает линия комплектования.

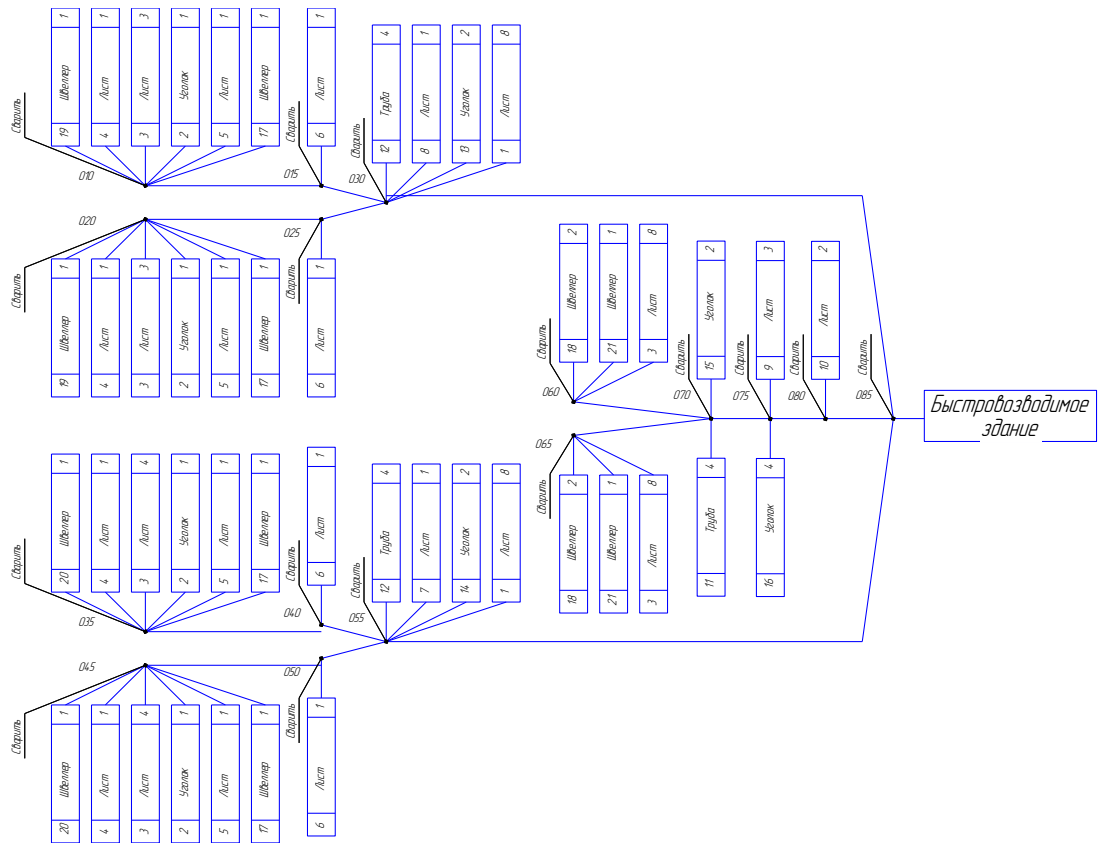
Сборочные единицы и отдельные детали, поступающие на сборку, могут располагаться по разные стороны от этой линии, но это не жёсткое правило. Иногда с целью получения более компактной схемы от него можно отойти.

Последовательность соединения деталей и узлов машины не может быть произвольной. Для простых узлов чаще всего возможна лишь одна последовательность сборки. Для сложных узлов и машин возможны различные варианты последовательности сборки [41].

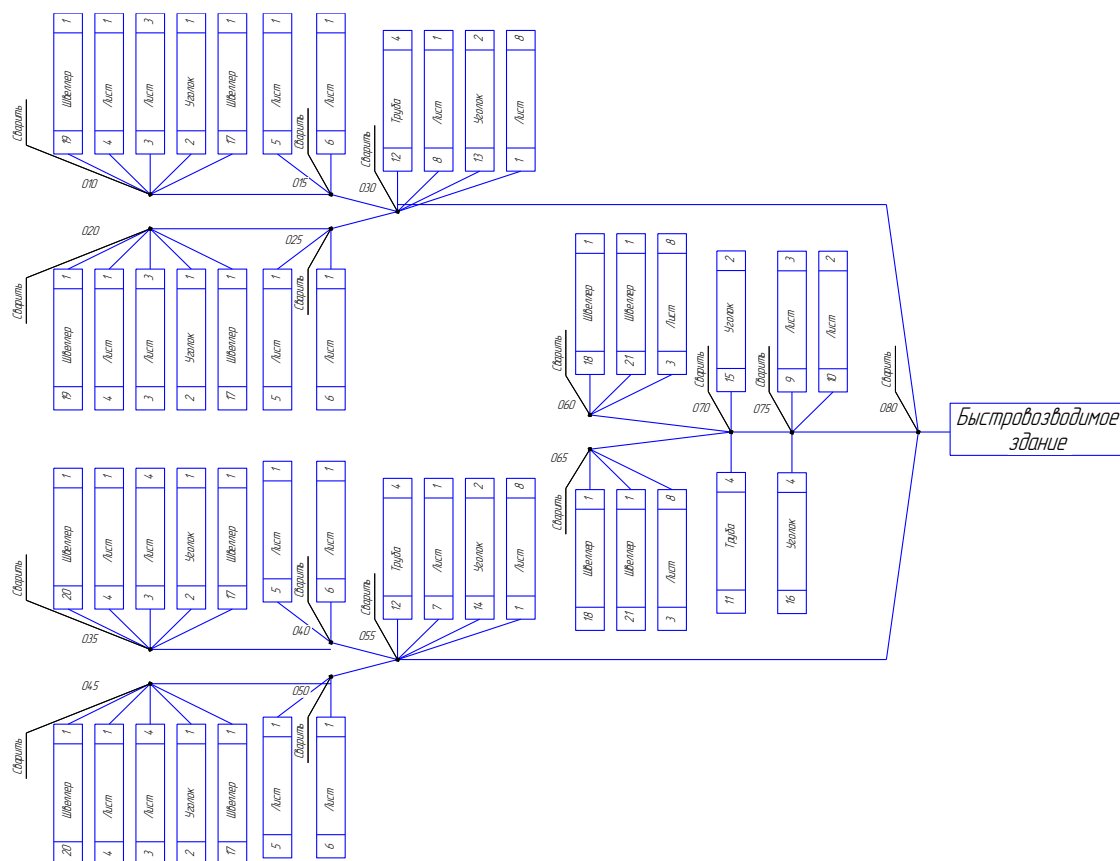
На листе плаката ФЮРА.000003.136 ЛП представлена технологическая схема сборки быстровозводимого здания. На рисунке 3.3 показаны варианты технологической схемы изготовления быстровозводимого здания.



а.



б.



В.

Рисунок 3.3 – Технологические схемы изготовления быстровозводимого здания

Выбираем вариант, представленный на рисунке 3.3а как наиболее технологичный. В варианте «б» присутствует лишняя операция, что влияет на увеличение времени изготовления изделия. В варианте «в» лист поз. 5 устанавливается позже, что усложняет процесс сборки.

3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

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

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [42].

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

приводит к нарушению прочности и других эксплуатационных характеристик изделия.

Регламент проведения контроля.

1 Подготовка объекта контроля (ОК).

1.1. Проведение замера освещенности.

При проведении ВИК освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк. [20, 21].

1.2. Очистка объекта контроля (снега, грязи, ржавчины).

1.3. Определение шероховатости поверхности, используют эталонные образцы шероховатости.

Шероховатость зачищенных под контроль поверхностей деталей, сварных соединений, а также поверхность разделки кромок деталей (сборочных единиц, изделий), подготовленных под сварку, должна быть не более $Rz\ 80$ [20,21].

1.4. Обеспечение доступа к ОК.

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30^0 к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм [20,21].

2. Оценка соответствия сварного соединения требованиям: ГОСТ 14771-76 «Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры».

2.1. Определение соответствию виду сварки.

2.2. Определение соответствия геометрических параметров формы шва.

3. Проведение ВИК измерительного контроля регламентируется: ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением», СТО 9701105632-003-2021 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю» В них содержатся

требования к квалификации персонала, средствам и процессу контроля, а также к способам оценки и регистрации его результатов [19].

3.1. Определение, обнаружение нес плотностей, несоответствий и отклонений.

3.2. Классификация обнаруженных дефектов, ГОСТ Р ИСО 6520-2-2021 «Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии в металлических материалах. Часть 2. Сварка давлением».

3.3. Маркировка обнаруженных дефектов при необходимости.

4. Проведение измерительного контроля ГОСТ 8.051-81 (СТ СЭВ 303-76) «Государственная система обеспечения единства измерений. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм».

4.1. Определение всех геометрических параметров обнаруженных дефектов:

4.1.1. Прямым измерением (диаметр, протяженность, высота, ширина, глубина).

4.1.2. Косвенными измерениями (протяженность перемежающихся дефектов, глубина, отклонение соосности).

4.2. Определение координат привязки (либо в часах, либо в мм).

5. Оформление результатов контроля.

5.1. Составление дефектотрамм.

5.2. Сравнительный анализ полученных результатов по нормам браковки.

5.3. Оформление заключений, актов, протоколов.

Зачистка и отделка.

Сварной шов следует проверить, чтобы удостовериться в том, что:

- весь шлак удален вручную или механическим способом во избежание сокрытия дефектов;
- нет отпечатков от применения ручного инструмента;
- предотвращен чрезмерный нагрев соединения при шлифовании, отсутствуют следы шлифования, обеспечена равномерность формы сварного шва, если предъявляются требования к его отделке;

- в подвергаемых отделке угловых и стыковых сварных соединениях шов плавно, без смещения сопрягается с основным металлом.

Если обнаружены дефекты (вызванные отделкой или другими факторами), о них следует сообщить, чтобы были приняты корректирующие действия.

Форма и размеры.

Сварной шов следует проверить, чтобы удостовериться в том, что:

- а) форма и высота выпуклости сварного шва удовлетворяют приемочным требованиям (см. 4.4.1);

- б) поверхность сварного шва является нормальной: рисунок, шаг чешуйчатости сварного шва и его внешний вид являются удовлетворительными; расстояние между последним слоем и основным металлом или подлежащие измерению, где это требуется, расстояния между валиками сварного шва соответствует WPS;

- с) ширина сварного шва является постоянной на всей длине и удовлетворяет приемочным требованиям, приведенным на чертеже или в стандарте (см. 4.4.1); разделка стыкового шва полностью заполнена.

Корень и поверхность сварного соединения.

Доступные для осмотра элементы сварного соединения, то есть корень одностороннего стыкового шва и поверхность сварного соединения следует проверить на наличие отклонений от приемочных требований.

Сварное соединение следует проверить, чтобы удостовериться в том, что [21]:

- проплавление, вогнутость корня, прожоги и усадки на всем протяжении односторонних стыковых швов находятся в пределах приемочных требований;

- любой подрез находится в пределах приемочных требований;

- любые дефекты, такие как трещины или поры на поверхности сварного шва или зоны термического влияния, обнаруженные с использованием,

при необходимости, оптических средств, удовлетворяют приемочным требованиям;

- любые детали, которые были временно приварены к изделию, чтобы способствовать изготовлению или сборке, но препятствуют выполнению его функций, удалены без повреждения изделия; область, где фиксировалась дополнительная деталь, должна быть проверена на отсутствие трещин;
- следы от возбуждения дуги находятся в пределах приемочных требований.

Дефекты могут быть допустимыми и недопустимыми (РД 34.15.132-96 [16]). Вид и размер допустимых дефектов обычно указывается в технических условиях или стандартах на данный вид изделия.

При изготовлении быстровозводимого здания применяется визуальный измерительный контроль сварных швов. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, трещины, непровары, свищи и поры и т.д. [42].

Для ВИК применяются, штангенциркуль ШЦ-2-1600, лупа измерительная 10-х, линейка металлическая, люксметр не менее 500 Лм, образцы шероховатости, угольник и УШС-4.

3.7 Разработка технологической документации

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

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается

применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [43].

Разработка технологических процессов включает [43]:

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

В результате должны быть достигнуты [43]:

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

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

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать [43]:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);

- данные о принятых способах и режимах сварки;
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов.

Изготовление быстровозводимого здания начинается со сборки-сварки трех основных сборочных единиц (передняя стойка, задняя стойка и крыша). Сборка задней стойки начинается с сборки-сварки подузла №1: на сварочные козлы укладывается швеллер поз. 19; на швеллер поз. 19 устанавливается лист поз. 4 в размеры 31 и 80 мм; лист поз. 3 (3 шт.) в размеры 490, 1500 и 1500 мм; уголок поз. 2; лист поз. 5 в размер 180 мм; швеллер поз. 17 по месту. Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 010). Потом устанавливается лист поз. 6 в размер 180 мм. Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 015). Аналогично выполняется сборка-сварка подузла №2 (операции 020-025). Далее на сварочные козлы укладываются подузел №1 и подузел №2 в размер 2500 мм.; лист поз.1 (8 шт.) и труба поз. 12 (4 шт.) в размеры 690, 1495, 1495 и 885 мм; лист поз. 8 и уголок поз. 13 (2 шт.). Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 030). Сборка передней стойки начинается с сборки-сварки подузла №3: на сварочные козлы укладывается швеллер поз. 20; на швеллер поз. 20 устанавливается лист поз. 4 в размеры 31 и 80 мм; лист поз. 3 (4 шт.) в размеры 490, 1500, 1500 и 1500 мм; уголок поз. 2; лист поз. 5 в размер 180 мм; швеллер поз. 17 по месту. Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 035). Потом устанавливается лист поз. 6 в размер 180 мм. Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 040). Аналогично выполняется сборка-сварка подузла №4 (операция 045-050). Далее на сварочные козлы укладываются подузел №3 и подузел №4 в размер 2500 мм.; лист поз.1 (8 шт.) и труба поз. 12 (4 шт.) в размеры 990; 1500; 1500 и 1500 мм; лист поз. 7 и уголок поз. 14 (2 шт.). Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 055). Сборка крыши начинается с сборки-сварки подузла №5: на приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.136.00.000 СБ укладывается швеллер поз. 21; на швеллер поз. 21 устанавливается швеллер поз. 18 (2 шт.) в размеры 100 и 100 мм; лист поз. 3 (8

шт.) в размеры 750, 1500, 1500, 1500, 1500, 1500, 1500 и 1500 мм. Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 060). Аналогично выполняется сборка-сварка подузла №6 (операция 065). Далее по упорам приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.136.00.000 СБ укладываются подузлы №5 и №6, размер 2500 мм обеспечивается приспособлением. Потом устанавливаются уголки поз. 15 (2 шт.) согласно чертежу, уголки поз. 15 (2 шт.) фиксируются прижимами приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.136.00.000 СБ; устанавливаются трубы поз. 11 (7 шт.) по упорам приспособления в размеры 1500, 1500, 1500, 1500, 1500, 1500 и 1500 мм, размеры обеспечиваются приспособлением. Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 070). Затем устанавливаются по месту листы поз. 9 (3 шт.) и поз. 10 (2 шт.), уголки поз. 16 (4 шт.). Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 075). Далее выполняется слесарная обработка (зачищаются св. соедин. от брызг сварки, срубаются наплывы) и контроль (операции 080-085).

Технологический процесс производства быстровозводимого здания приведен в приложении В.

3.8 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы. Техническое нормирование имеет большое значение, так как является основой всех расчетов при организации и планировании производства. Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [44]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \times L + t_{в.и}. \quad (3.2)$$

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

L – длина сварного шва по чертежу;

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

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (T_o + t_{\text{в.ш}}) \times \left(1 + \frac{a_{\text{обс.}} + a_{\text{отл.}} + a_{\text{п-з}}}{100} \right), \quad (3.3)$$

где, T_o – основное время сварки;

$t_{\text{в.ш}}$ – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва;

$a_{\text{обс.}}$, $a_{\text{отл.}}$, $a_{\text{п-з}}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно – заключительную работу, % к оперативному времени. Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27% [44].

$$T_o = \frac{F_1 \times \gamma \times 60}{I_1 \times \alpha} + \frac{F_n \times \gamma \times 60}{I_n \times \alpha} \times n. \quad (3.4)$$

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

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n – коэффициент наплавки, г/(А×ч).

Рассчитаем норму времени механизированной сварки в смеси газов при изготовлении быстровозводимого здания.

Исходные данные:

- марка стали Ст3пс;
- марка электродной проволоки Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70;
- сварные швы стыковой и нахлесточный без разделки;
- положение шва нижнее;
- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при механизированной сварке составляет $\alpha_n=15$ г/(А×ч) [30].

механизированной сварке составляет $\alpha_n=15$ г/(А×ч) [30].

Время сварки для шва №4 С2 ГОСТ 14771-76:

$$T_{oi} = \frac{10 \times 7,85 \times 60}{230 \times 15} = 1,36 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №3 Н1 - ▴ 4 ГОСТ 14771-76:

$$T_{oi} = \frac{11,6 \times 7,85 \times 60}{260 \times 15} = 1,4 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 015

Масса дет. поз. 6 $m_1=10,2$ кг; установка дет. вручную на приспособление $t_1=0,71$ мин.

Найдем время на прихватку:

1. $0,15 \times 4 = 0,6$ мин.,

2. $t_{в.и} = 0,71 + 0,6 = 1,31$ мин.

3. $T_{н.ш-к} = (1,36 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 2,69$ мин.

$$T_{н.ш-к} = (1,4 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 2,73 \text{ мин.}$$

4. $T_{ш} = 2,69 \times 0,218 + 2,73 \times 0,17 + 1,31 = 2,36$ мин.

Нормы штучного времени технологического процесса изготовления быстровозводимого здания приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Нормы штучного времени технологического процесса изготовления быстровозводимого здания

№ опер.	Наименование операции	Тшт, мин.
1	2	3
005	Комплектовочная	-
010	Сборка-сварка	46,34
015	Сборка-сварка	2,36
020	Сборка-сварка	46,34
025	Сборка-сварка	2,36
030	Сборка-сварка	23,2
035	Сборка-сварка	51,56
040	Сборка-сварка	2,36
045	Сборка-сварка	51,56
050	Сборка-сварка	2,36
055	Сборка-сварка	23,2

Продолжение таблицы 3.8

1	2	3
060	Сборка-сварка	65,28
065	Сборка-сварка	65,28
070	Сборка-сварка	36,4
075	Сборка-сварка	30,45
080	Слесарная	134
085	Контроль	19,9
Итого		602,98

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Затраты на металл

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле [45]:

$$m_m = m \times k_o, \quad (3.6)$$

где m – вес одного изделия, кг (масса взята из подзаголовка 2.1);

k_o – коэффициент отходов, $k_o = 1,3$ [45];

$$m_m = 1800,4 \times 1,3 = 2340,52 \text{ кг.}$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки [28]:

$$M_{\text{ЭП}} = K_{\text{р. п.}} \times (1 + \psi_p) \times M_{\text{НО}}, \quad (3.7)$$

где $K_{\text{р. п.}}$ – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата, $K_{\text{р. п.}} = 1,02 \dots 1,03$ [28], принимаем $K_{\text{р. п.}} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,

$\psi_p = 0,01...0,15$, принимаем $\psi_p = 0,1$ [28];

$M_{н.о.}$ – масса наплавленного металла;

Масса наплавленного металла $M_{н.о.}$ для шва №1 (смотри чертеж ФЮРА.000БВЗ.136.00.000 СБ) определяем по формуле:

$$M_{но} = F_{но} \times L_{ш} \times \rho, \quad (3.8)$$

где $F_{но}$ – площадь сечения наплавленного металла, $F_{но} = 65,8 \text{ мм}^2$ (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.000БВЗ.136.00.000 СБ);

$L_{ш}$ – длинна шва, $L_{ш} = 13,48 \text{ м}$ (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.000БВЗ.136.00.000 СБ);

ρ – масса наплавленного металла, $\rho = 7,85 \text{ г} \times \text{см}^3$ [28];

$$M_{но} = 65,8 \times 13,48 \times 7,85 \times 10^{-3} = 6,963 \text{ кг.}$$

Аналогично проведем расчет массы наплавленного металла для других швов и получкееые данные занесем в таблицу 3.8.

Таблица 3.8 – Значения площади швов, длинны швов и результаты расчета наплавленного металла

№ шва	Площадь шва, мм ²	Длинна шва, м.	Наплавленный металл, кг.
1	65,8	13,48	6,963
2	15,7	2,08	0,256
3	11,6	4,824	0,439
4	10	5,156	0,405
5	96,7	2,504	-
6	15,7	2,076	0,256
7	7	2,232	0,123
8	11,6	1,88	0,171
9	11,6	5,8	0,528
10	67,2	8,48	4,473
ИТОГО			13,614

Для проволоки Св-08Г2С-О:

$$M_{ЭП}=1,03 \times (1+0,1) \times 13,614= 15,425\text{кг.}$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [28]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \times t_c, \quad (3.8)$$

где, $q_{з.г.}$ – расход защитного газа (см. пункт 3.3);

t_c – время сварки, $t_c = 353,02$ мин. (рассчитано в пункте 3.8 и программе *MathCad*);

$$Q_{з.г.} = 13 \times 353,02 = 4589,2 \text{ л.}$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [28]:

$$W_{тэ} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.9)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва (смотри пункт 3.8);

η_u – КПД источника сварочного тока, $\eta_u = 0,93$ [36];

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ [28];

$\frac{t_c}{K_u}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [28]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$Z_{тэ} = W_{тэ} \times Ц_{э.э.}, \quad (3.10)$$

где $W_{тэ.}$ – расход технологической электроэнергии; Вт;

$Ц_{э.э.}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_{э.э.} = 5,63$ руб/кВт·ч;

$$W_{T\Theta} = \frac{26 \times 260 \times 0,588}{0,93} + \frac{28 \times 280 \times 5,295}{0,93} + 0,4 \times \left(\frac{5,884}{0,7} - 5,884 \right) = 48917 \text{ Вт},$$

$$3_{T\Theta} = 48,917 \times 5,63 = 275,4 \text{ руб.}$$

4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства.

Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования [46].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении быстровозводимого здания используются приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.136.00.000 СБ, которое состоит из пяти сварочных столов *DEMMELE*R и закрепленными на них двадцатью универсальными стопорами и четырьмя быстрозажимными устройствами. Подузлы №5 и №6 вставляются по универсальным стопорам приспособления, уголки поз. 15 закрепляются быстрозажимными устройствами и трубы поз. 11 устанавливаются по универсальным стопорам. В дальнейшем детали прихватываются и свариваются.

Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления показана на рисунке 4.1.

4.2 Расчёт элементов приспособления

Для крепления уголков поз. 15 на приспособлении сборочно-сварочном ФЮРА.000001.136.00.000 СБ применяются рычажные прижимы. Рассчитаем усилие Q , которое необходимо приложить к рычагу [47]:

$$Q = \frac{P \times l_2}{l_1}, \quad (4.1)$$

где P – требуемое усилие прижатия детали, кгс/см² (определено экспериментальным методом);

l_1 и l_2 – плечи рычагов (измерено на прижиме);

$$Q = \frac{500 \times 10}{20} = 250 \text{ Н},$$

При сварке изделий в зажатом состоянии поперечная усадка сварных швов может вызвать опасные изгибающие напряжения, превышающие предел текучести металла шва. Поэтому усилия прижимов необходимо ограничивать условием:

$$\sigma = \sigma_T.$$

Если изгибающий момент в шве от действия силы P на плече l_3 (измерено на чертеже ФЮРА.000001.136.00.000 СБ) будет равен моменту внутренних сил в металле шва при напряжениях $\sigma = [\sigma]$ (взято из таблицы 3.2), то это прижимное усилие будет являться допустимым ($P_{\text{доп}}$):

$$P_{\text{доп}} \times l_3 = W \times [\sigma], \quad (4.2)$$

где $W = b \times h^2 / 6$ – момент сопротивления сечения шва на длине b (взято из ГОСТ 14771-76) при высоте шва в опасном сечении h (взято из ГОСТ 14771-76). Тогда допустимая сила прижатия будет равна:

$$P_{\text{доп}} = \frac{b \times h^2 \times [\sigma]}{6 \times l_3} = \frac{50 \times 1^2 \times 245}{6 \times 440} = 4,6 \text{ кгс}, \quad (4.3)$$

$P_{\text{доп}} < P$, значит прижим обеспечит требуемое зажатие.

При сварке в не зажатом состоянии ($P = P_{\text{доп}} = 0$ кгс) в области прижимов будет образовываться зазор:

$$\Delta_0 = l_3 \times \operatorname{tg} \alpha = 440 \times \operatorname{tg}(1^\circ) = 8 \text{ мм.} \quad (4.4)$$

4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление

При разработке эксплуатационных документов необходимо придерживаться рекомендаций ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы» и ГОСТ Р 2.610 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов» [48].

Сведения об изделии, помещаемые в эксплуатационный документ, должны быть достаточными для обеспечения правильной и безопасной эксплуатации изделий в течение установленного срока службы. При необходимости в эксплуатационном документе приводят указания о требуемом уровне подготовки обслуживающего персонала.

В эксплуатационных документах, поставляемых с изделием, должна содержаться следующая информация [48]:

- наименование страны-изготовителя и предприятия-изготовителя;
- наименование и обозначение изделия;
- основное назначение, сведения об основных технических данных и потребительских свойствах изделия;
- правила и условия эффективного и безопасного использования, хранения, транспортирования и утилизации изделия;
- ресурс, срок службы и сведения о необходимых действиях потребителя по его истечении, а также информация о возможных последствиях при невыполнении указанных действий (сведения о необходимых действиях по истечении указанных).
- ресурсов, сроков службы, а также возможных последствиях при невыполнении этих действий приводят, если изделие по истечении указанных ресурса и сроков может представлять опасность для жизни, здоровья

потребителя (пользователя), причинять вред его имуществу или окружающей среде либо оно становится непригодным для использования по назначению. Перечень таких изделий составляют в установленном порядке);

- сведения о техническом обслуживании и ремонте изделия (при наличии);
- гарантии изготовителя (поставщика) (в установленном законодательством порядке);
- сведения о сертификации (при наличии);
- сведения о приемке;
- юридический адрес изготовителя (поставщика) и/или продавца;
- сведения о цене и условиях приобретения изделия (приводит, при необходимости, изготовитель, поставщик либо продавец). Для изделий, разрабатываемых и/или поставляемых по заказам Министерства обороны, эти сведения и условия не приводят.

Инструкция по эксплуатации приспособления представлена в приложении Г.

5 Проектирование участка сборки сварки

5.1 Состав 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 [49].

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

5.2 Расчёт основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [43].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Необходимое число оборудования рассчитаем по формуле [43]:

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_d}, \quad (5.1)$$

где, T_r – время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.;

Φ_d – действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = N \times T, \quad (5.2)$$

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

T – длительность одной операции, мин. (смотри пункт 3.8).

Так как операции 010-055 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{251,65}{60} = 2097 \text{ ч.},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени при двухсменной работе равен 3960 часов (информация получена у нормировщика), найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_d = \Phi_H - 5\% = 3960 - 5\% = 3762 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{2097}{3762} = 0,56,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{0,56}{1} = 0,56.$$

Так как операции 060-085 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{351,32}{60} = 2928 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{2928}{3762} = 0,79,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,79}{1} = 0,79.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим общее время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.

$$\Sigma T_r = 2097 + 2928 = 5025 \text{ ч.}$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов (информация получена у нормировщика), найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1734 \text{ ч.,}$$

Определим количество рабочих явочных [43]:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{5025}{1976} = 2,54. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{яв}} = 3$. В первую смену работает 2 человека, а во вторую 1 человек.

Определим количество рабочих списочных [43]:

$$P_{\text{СП}} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{5025}{1739} = 2,89. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{СП}} = 3$.

Вспомогательных рабочих (25% от количества основных рабочих) – 1;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Счетно-конторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1.

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

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 [49].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [49]:

- 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 изъянов, нанесения покрытий и отделки продукции;
- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;
- административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт.

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.

На сварочном участке расположены: сварочные козлы в количестве четырех штук, одно сборочно-сварочное приспособление, сварочный полуавтомат *EvoMig Basic 350* с устройством подачи проволоки открытого типа УПП-300П, перемещение деталей осуществляется кран-балкой $Q = 2$ т, а краном мостовым $Q = 5$ т перемещаются готовые изделия.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

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

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления быстровозводимого здания. Быстровозводимое здание служит для крепления крыши и стеновых профилей.

В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.136.00.000 СБ, которое состоит из сварочных столов *DEMMELE*R с элементами крепления (угольники и быстрозажимные устройства. При сборке подузлы №5 и №6 вставляется по универсальным стопорам приспособления, уголки поз. 15 закрепляются быстрозажимными устройствами и трубы поз. 11 устанавливаются по универсальным стопорам.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный полуавтомат *EvoMig Basic 350* [35] с устройством подачи проволоки открытого типа УПП-300П [36].

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого

технологического процесса изготовления быстровозводимого здания приведены в таблице 3.7.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

Определение приведенных затрат производят по формуле [43]:

$$C_{\text{прив}} = C_{\text{год}} + E_n \times K, \quad (6.1)$$

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

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, руб/год;

K – суммарные капитальные вложения в производственные фонды, руб.

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [43]:

$$K = K_o + K_{\text{п}} + K_{\text{зд}}, \quad (6.2)$$

где K_o – капитальные вложения в сварочное (сборочно-сварочное, наплавочное) оборудование, руб.;

$K_{\text{п}}$ – капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и другую оснастку, руб.;

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

6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [43]:

$$K_{\text{co}} = \sum_{i=1}^n \Pi_{oi} \times O_i \times \mu_{oi}, \quad (6.3)$$

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

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед. (см. подзаголовок 3.9);
 μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера (см. подзаголовок 3.9).

Цены на оборудование берутся за 01.01.2022 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [50]

Наименование оборудования	Ц _{oi} , руб
<i>EvoMig Basic 350+</i> УПП-300П 2 шт.	170000

$$K_{CO}=170000 \times 2 \times 0,668=227064 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	K _{CO} , руб.
<i>EvoMig Basic 350+</i> УПП-300П 2 шт.	227064
Итого	227064

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [43]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \times \Pi_j \times \mu_{nj}, \quad (6.4)$$

где $K_{\text{пр}j}$ – оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;

Π_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед. (см. подзаголовок 5.2);

μ_{nj} – коэффициент загрузки j -го приспособления (см. подзаголовок 5.2).

$$K_{\text{пр}1}=12000 \times 2 \times 0,557=13379 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{пр}2}=512000 \times 1 \times 0,778=398453 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления [38,39,40]

Наименование оборудования	К _{прj} , руб	П _п , шт	К _{пр} , руб.
Сварочные козлы	12000	2	13379
Приспособление ФЮРА.000001.136.00.000 СБ	512000	1	398453
ИТОГО			411832

6.2.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [43]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{Oi} \times h \times k_v \times \Pi_{зд}, \text{ руб.}, \quad (6.6)$$

где S_{Oi} – площадь, занимаемая единицей оборудования, м²/ед.

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 348,39 \text{ м}^2$ (см. чертеж ФЮРА.000002.136 ЛП),

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

k_v – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 (так как известна полная площадь участка сборки-сварки, $k_v = 1$) [43];

$\Pi_{зд}$ – стоимость 1м³ здания на 01.01.2022 составляет, $\Pi_{зд} = 94 \text{ руб/м}^3$.

$$K_{зд} = 348,39 \times 1 \times 12 \times 94 = 393984 \text{ руб.}$$

6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

- затраты на металл;
- затраты на сварочные материалы;

- затраты на электроэнергию;
- затраты на оплату труда;
- расходы на эксплуатацию и содержание оборудования и производственного помещения.

Определим себестоимость годового объема производства продукции по формуле [43]:

$$C_{\text{год}} = N_{\text{г}} \times (C_{\text{М}} + C_{\text{В}} + C_{\text{З}} + C_{\text{Э}} + C_{\text{а}} + C_{\text{и}} + C_{\text{п}}), \text{ руб./год.} \quad (6.7)$$

где $C_{\text{М}}$ – затраты на основные материалы, руб;

$C_{\text{В}}$ – затраты на вспомогательные материалы, руб;

$C_{\text{З}}$ – затраты на заработную плату, руб;

$C_{\text{Э}}$ – затраты на электроэнергию, руб;

$C_{\text{а}}$ – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_{\text{и}}$ – затраты на амортизацию приспособлений, руб.;

$C_{\text{п}}$ – затраты на содержание помещения, руб.

6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [51]:

$$C_{\text{М}} = N_{\text{М}} \times k_{\text{т.з.}} \times \Pi_{\text{м}} - N_0 \times \Pi_0 \text{ руб./изд.,} \quad (6.8)$$

где $N_{\text{М}}$ – норма расхода материала на одно изделие, кг (см. подзаголовок 3.9);

$k_{\text{т.з.}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{\text{т.з.}} = 1,04$ [51].

$\Pi_{\text{м}}$ – средняя оптовая цена стали Ст3пс, на 01.01.2022, руб./кг:

- для стали Ст3пс = 404,95 руб./кг [52], при $N_{\text{М}} = 1800,4 \times 1,3 = 2340,52$ кг.

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [45].

N_0 – норма возвратных отходов;

$$N_0 = N_{\text{М}} \times 0,3 = 1800,4 \times 0,3 = 540,12 \text{ кг/ изд;}$$

Π_0 – цена возвратных отходов, $\Pi_0 = 20$ руб/кг (цену узнал в пункте сдачи

металлолома т. 89505702559).

$$C_m = 1,04 \times (2340,52 \times 404,95) - 540,12 \times 20 = 974903 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [43]:

$$C_{\text{п.с.}} = \sum_{d=1}^h G_d \times k_{nd} \times \psi_p \times \Pi_{\text{п.с.}}, \text{ руб/изд,} \quad (6.9)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки, кг: $G_d = 13,614$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О (см. подзаголовок 3.9);

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [16], $k_{\text{р-п.с.}} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [16], $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$\Pi_{\text{п.с.}} = 22,88$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на 01.01.2022 [53];

$$C_{\text{п.с.}} = 13,614 \times 1,03 \times 1,1 \times 22,88 = 352,92 \text{ руб.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [43]:

$$C_{\text{газ}} = g_{\text{шк.г.}} \times \Pi_{\text{газ}} \times t_c, \text{ руб./изд.,} \quad (6.10)$$

где $g_{\text{шк.г.}}$ – расход смеси, л/мин, $g_{\text{з.г.}} = 13$ л/мин (см. подзаголовок 3.3).

$\Pi_{\text{г.з.}}$ – стоимость смеси, л., $\Pi_{\text{г.з.}} = 0,17$ руб./л. [54];

t_c – время сварки в смеси газов, мин., $t_c = 353,02$ мин (см. подзаголовок 3.7).

$$C_{\text{газ}} = 13 \times 0,17 \times 353,02 = 780,16 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [43]:

$$C_3 = (C_{\text{чi}} \times T_{\text{оМ}} K_{\text{доп}} \times K_{\text{сс}} \times K_{\text{рай.}}) / 60, \quad (6.11)$$

где $C_{\text{чi}}$ – часовая тарифная ставка на 01.01.2022, руб/ч., $C_{\text{чi}} = 74,85$ руб.;

$T_{\text{о}}$ – время на изготовление одного изделия, мин. (см. подзаголовок 3.7);

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, $K_{\text{доп}} = 1,2$ [43];

$K_{\text{сс}}$ – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 1,3 [43].

$K_{\text{рай.}}$ – районный коэффициент, $K_{\text{рай.}} = 1,3$ [43];

$$C_3 = (74,85 \times 602,98 \times 1,2 \times 1,3 \times 1,3) / 60 = 1525,49 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [26]:

$$W_{\text{ТЭ}} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.9)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва (см. подзаголовок 3.7);

η_u – КПД источника сварочного тока, $\eta_u = 0,93$ [36];

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ [28];

$\frac{t_c}{K_u}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [28]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{\text{ТЭ}} = W_{\text{ТЭ}} \times Ц_{\text{э.э.}}, \quad (3.10)$$

где $W_{\text{ТЭ}}$ – расход технологической электроэнергии; Вт;

$Ц_{\text{э.э.}}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_{\text{э.э.}} = 5,63$ руб/кВт·ч [55];

$$W_{\text{ТЭ}} = \frac{26 \times 260 \times 0,588}{0,93} + \frac{28 \times 280 \times 5,295}{0,93} + 0,4 \times \left(\frac{5,884}{0,7} - 5,884 \right) = 48917 \text{ Вт,}$$

$$З_{\text{ТЭ}} = 48,917 \times 5,63 = 275,4 \text{ руб.}$$

6.2.2.5 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяются по формуле [43]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \times Oi \times \mu_{oi} \times a_i \times r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.11)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, $a_i = 0,15\%$ [43],

r_i – коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$ [43],

$$C_3 = \frac{170000 \times 2 \times 0,668 \times 0,15\% \times 1,15}{500} = 535,03 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Амортизация оборудования представлена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования		С _з , руб/изд.
<i>EvoMig Basic 350+</i> УПП-300П	2 шт.	535,03

6.2.2.6 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [43]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{прj} \times \Pi_j \times \mu_{nj} \times a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.12)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j = 0,15$ [43];

$$C_{u1} = \frac{12000 \times 2 \times 0,557 \times 0,15}{500} = 4,01 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

$$C_{\text{ул}} = \frac{512000 \times 1 \times 0,778 \times 0,15}{500} = 119,54 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	П _г , шт.	С _и , руб/изд.
Сварочные козлы	12000	2	4,01
Приспособление ФЮРА.000001.136.00.000 СБ	512000	1	119,54
ИТОГО			123,55

6.2.2.7 Определение затрат на содержание помещения

В расходы на содержание и ремонт помещения входят амортизация, ремонт, отопление, освещение, уборка. Эти расходы составляют 8% балансовой стоимости помещения.

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [51]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \times k_{\text{сп}} \times Ц_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.13)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 348,39 \text{ м}^2$ (см. чертеж ФЮРА.000002.136 ЛП);

$k_{\text{сп}}$ – коэффициент на содержание и ремонт помещения, $k_{\text{сп}} = 0,08$ [51].

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

$$C_{\text{п}} = \frac{348,39 \times 0,08 \times 250}{500} = 13,94 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	Затраты на основной металл	974903
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на сварочную проволоку	352,92
2.2	Затраты на защитный газ	780,16
3	Заработная плата	1525,49
4	Затраты на электроэнергию	275,4
5	Расходы на амортизацию и ремонт оборудования	535,03
6	Расходы на амортизацию приспособлений	123,55
7	Затраты на содержание помещения	13,94
ИТОГО технологическая себестоимость:		978497,4

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C_{\text{год}} = 500 \times (974903 + 352,92 + 780,16 + 1525,49 + 275,4 + 535,03 + 123,55 + 13,94) = \\ = 489248700,98 \text{ руб./изд. год,}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 227064 + 411832 + 393984 = 1031880 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 489248700,98 + 0,15 \times 1031880 = 489403482,95 \text{ руб./изд. год.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	10,05
3	Количество оборудования, шт.	2
4	Количество производственных рабочих, чел	3
5	Количество вспомогательных рабочих	1
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	1
7	Норма расхода материала, кг	2340,52
8	Количество приведенных затрат, руб/изд. х год.	489403482,95
9	Себестоимость одного изделия, руб.	978497,4

Вывод: В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 1031880 руб.;
- себестоимость продукции 489248700,98 руб/изд. × год.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 489403482,95 руб/изд. × год.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка быстровозводимого здания. При изготовлении быстровозводимого здания осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении быстровозводимого здания на участке используется следующее оборудование:

- | | |
|---|--------|
| - сварочный полуавтомат <i>EvoMig Basic 350</i> | 2 шт.; |
| - устройство подачи проволоки УПП-300П | 2 шт.; |
| - сварочные козлы | 2 шт.; |
| - приспособление сборочно-сварочное | 1 шт. |

ФЮРА.000001.136.00.000 СБ;

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т и кранбалкой 2,0 т.

Быстровозводимое здание служит для крепления крыши и стеновых профилей. Масса быстровозводимого здания составляет 1800,4 кг.

В качестве материала этих деталей используют сталь марки Ст3пс. Сварка производится в смеси Ar (80 %) + CO_2 (20 %) сварочной проволокой Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также двенадцатью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

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

железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 348,39 \text{ м}^2$.

7.2. Законодательные и нормативные документы

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

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

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует

принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

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

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

К нормативным документам относятся:

- 1) ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
- 2) ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
- 3) ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
- 4) ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.

- 5) ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
- 6) Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
- 7) Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
- 8) Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
- 9) Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
- 10) Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

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

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м³ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м³), а также CO₂ до 0,5÷0,6%; CO до 160 мг/м³; окислов азота до 8,0 мг/м³; озона до 0,36 мг/м³ (ПДК 0,1 мг/м³); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м³) [56, 57].

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

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

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

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

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

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

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [57].

На участке сборки и сварки изготовления быстровозводимого здания

применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет $0,3 \div 3$ метров в секунду [58].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [59]:

$$L_m = S \times V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \cdot \text{ч}, \quad (7.1)$$

где S – площадь, через которую поступает воздух, м^2 ;

$V_{\text{эф}}$ – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредностей, согласно ГОСТ 12.3.003-86 $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \times B \times n,$$

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [57];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [60]:

$$Q = 1,5 \times \sqrt{t_u + t_v}, \quad (7.2)$$

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

$$Q = 1,5 \times \sqrt{350 + 15} = 28,7 \text{ Вт}.$$

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

$$H = 1,5 \times \sqrt{F} = 1,5 \times \sqrt{1,62 \times 1,68} = 2,47 \text{ м}. \quad (7.3)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \times H = 1,62 + 0,8 \times 2,47 = 3,6 \text{ м}, \quad (7.4)$$

$$B = b + 0,8 \times H = 1,68 + 0,8 \times 2,47 = 3,66 \text{ м}, \quad (7.5)$$

$$S = 3,6 \times 3,66 \times 9 = 118,7 \text{ м}^2.$$

$$L_m = 118,7 \times 0,2 = 23,7 \text{ м}^3 \cdot \text{с},$$

Из расчета видно, что объём воздуха, удаляемый от местных отсосов, составляет $L_M = 85365 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР 86-77 №16 двигателем 5А200L6 30 кВт 550 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

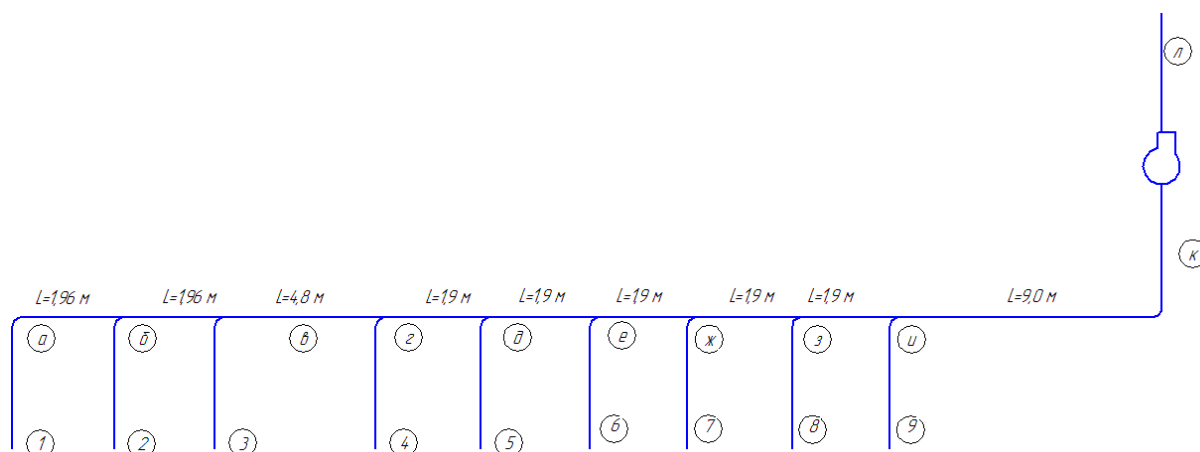


Рисунок 7.1 – Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 85365 \times 3/9 = 28455 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [60]:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{28455}{0,2} \right)^{1/2} = 426 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{85365}{0,2} \right)^{1/2} = 738 \text{ мм},$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- полуавтомат *EvoMig Basic 350*;
- вентиляция;

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

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

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [61].

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 [61].

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения изготовленные из пемзобетонных блоков (блоки изготовлены из пемзобетона. Пемзобетон — лёгкий бетон, заполнителем в котором служит пемза (природная, шлаковая)). Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие пружинные основания на основе ISOTOP MSN, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения (помещения покрытые звукоизоляцией для стен: Полиуретановые плиты).

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [57].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [62].

4. Вибрация.

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое (синусоидальное) колебание.

По способу передачи принято различать вибрацию локальную, передаваемую через руки (при работе с ручными машинами, органами управления), и общую передаваемую через опорные поверхности или стоящего человека.

Местная вибрация.

По источнику возникновения локальные вибрации подразделяются на передающиеся от:

- ручных машин с двигателями (или ручного механизированного инструмента), органов ручного управления машинами и оборудованием;
- ручных инструментов без двигателей (например, рихтовочные молотки разных моделей) и обрабатываемых деталей.

Неблагоприятное влияние вибрации на организм человека характеризуется локальным действием на ткани и заложенные в них многочисленные экстеро- и интерорецепторы (прямой микротравмирующий эффект) и опосредованно через центральную нервную систему на различные системы и органы. Важную роль играют вторичные расстройства в результате нарушения трофики, вызванного сосудистой дисфункцией.

Клиническая симптоматика вибрационной болезни, обусловленная локальной или общей вибрацией, складывается из нейрососудистых нарушений, поражений нервно-мышечной системы, опорно-двигательного аппарата, изменений обмена веществ и др.

Вибрацию создают углошлифовальные машинки.

В качестве средств индивидуальной защиты, работающих используют для защиты рук рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки, которые изготавливают из упругодемпфирующих материалов.

Важным для снижения опасного воздействия вибрации на организм человека является правильная организация режима труда и отдыха, постоянное медицинское наблюдение за состоянием здоровья, лечебно-профилактические мероприятия, такие как гидропроцедуры (теплые ванночки для рук), массаж рук, витаминизация и др.

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие

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

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 12 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 3 ряда по 4 светильника.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

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

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

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

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять

0,5-6 кал/см²×мин [63].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

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

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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

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

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

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

3. Электрический ток.

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

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

4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

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

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

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

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

7.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны.

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [64].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же

селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки быстровозводимого здания ФЮРА.000БВЗ.136.00.000 СБ используют масляные фильтры «Факел-МВ» для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [64].

3. Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде. На производстве для очистки стоков применяются очистные сооружения где проводят укрупнение примесей с помощью коагуляции под действием прилагаемых сил и отделение грязевой фракции на границе раздела компонентов в разных агрегатных состояниях (флотацию). При коагуляции слипаться могут частицы одинакового или различного состава.

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки быстровозводимого здания

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 [64].

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

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

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

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

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

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

В холодный и переходный периоды года, при категории работ IIб –

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

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

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

Для сборки-сварки быстровозводимого здания применено стационарное сборочно – сварочное приспособление, сварочные козлы, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

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. Посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 348,49 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 66,78 %.

Количество приведенных затрат – 489403482,95 руб./изд. × год.

Библиография

1. Катюшин В.В. Здания с каркасами из стальных рам переменного сечения (расчет, проектирование, строительство). – М.: ОАО «Издательство «Стройиздат», 2005. – 656 с.: ил. ISBN 5-274-02030-5
2. Металлические конструкции: Общий курс: Учеб. для вузов / Г.С. Ведеников, Е.И. Беленя, В.С. Игнатьева и др.; Под ред. Г.С. Веденикова. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1998. – 760 с.: ил. ISBN 5-274-01465-8
3. Сварочные работы: современное оборудование и технология работ / Банников Е.Л., Ковалев Н.А. – М.: АСТ: Астрель, 2009. – 448 с. – (Самоучитель).
4. EVOSPARK URL: <https://evospark.ru/zti/> (дата обращения: 28.04.2022)
5. CEBORA В России URL: <https://cebora.ru/company/cebora-v-rossii/> (дата обращения: 28.04.2022)
6. HELVI URL: <https://evospark.ru/mig/> (дата обращения: 28.04.2022)
7. ROSWELD <https://www.rosweld.com/> (дата обращения: 28.04.2022)
8. LINCOLN ELECTRIC Россия URL: <https://www.lincolnelectric.com/ru-ru/Pages/default.aspx> (дата обращения: 28.04.2022)
9. Компания DEMMELER Maschinenbau приветствует вас! URL: <https://www.demmeler.com/ru/> (дата обращения: 28.03.2022)
10. Компания Балт Стрим URL: <https://www.welding-russia.ru/catalog.html?itemid=25862> (дата обращения: 28.03.2022)
11. О компании URL: <https://stark-profi.ru/company/> (дата обращения: 28.03.2022)
12. Компания «Интертехприбор» URL: <https://www.intertechpribor.ru/company/> (дата обращения: 28.03.2022)
13. Группа компаний СфераПро URL: <https://svarochnyestoly.ru/> (дата обращения: 28.03.2022)
14. НАКС URL: <http://www.naks.ru/>? (дата обращения: 02.04.2022)

- | | | | |
|-----|----------|-------|------|
| 15. | Перечень | групп | URL: |
|-----|----------|-------|------|
- https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http%3A%2F%2Fwww.naks.ru%2Fupload%2Fiblock%2F7c4%2Fperechen_OTUN_new.doc&wdOrigin=BROWSELINK (дата обращения: 09.05.2022)
16. РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов.
17. СП 53-101-98. «Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций».
18. ГОСТ Р 59604.2-2021. Система аттестации сварочного производства. Часть 2. Аттестация персонала. Правила. URL: <https://protect.gost.ru/default.aspx/docimientl%20.aspx?control=31%20&baseC=6&page=0&month=%2011%20&%D1%83%D0%B5%D0%B0%D0%B3=-1%20&search=&id=241512> (дата обращения: 09.05.2022)
19. Ильяшенко Д.П. Сварочное производство. Неразрушающий контроль: учебнометодическое пособие / Д.П. Ильяшенко. М.А. Кузнецов. А.А. Ермаков; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2022. – 109 с. ISBN 978-5-4387-1066-0
20. СТО 9701105632-003-2021. Инструкция по визуальному и измерительному контролю
21. ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением»
22. PTC URL: <https://www.ptc.com/en/> (дата обращения: 28.04.2022)
23. АСКОН URL: <https://ascon.ru/?> (дата обращения: 28.04.2022)
24. СПРУТ-технология URL: <https://sprut.ru/> (дата обращения: 28.04.2022)
25. Autodesk URL: <https://web.autocad.com/> (дата обращения: 28.04.2022)
26. SolidWorks Corporation URL: <https://www.solidworks.com/ru> (дата обращения: 28.04.2022)
27. Марочник сталей и сплавов / Ю. Г. Драгунов, Ю. В. Каширский и др.; под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216 с.: ИЛЛ. ISBN 978-5-94275-582-9

28. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением – Издательство ТПУ, 2008 г. – 96 с.
29. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С.Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова.-М.: Машиностроение, 1984. - 216 с.
30. Китаев А.М. Китаев Я.А. Справочная книга сварщика. М: Машиностроение, 1985. – 256 с.
31. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. технические условия.
32. СВ-08Г2С URL: <https://www.esab.ru/ru/products/filler-metals/mig-mag-wires-gmaw/mild-steel-wires/sv-08g2s.cfm> (дата обращения:19.03.2022)
33. Сварка и сварщик URL: <https://weldering.com/svarochnye-smesi-byvayut-argona-uglekislogo-gaza> (дата обращения: 09.05.2022)
34. Быковский О.Г., Петренко В.Р., Пешков В.В. Справочник сварщика. М.: Машиностроение, 2011. – 336 с.; ил. ISBN 978-5-94275-557-7
35. Функциональные особенности аппаратов EVOMIG URL: <https://evospark.ru/mig/functions/> (дата обращения:19.03.2022)
36. Электродуговая полуавтоматическая сварка URL: <https://evospark.ru/mig/> (дата обращения:19.03.2022)
37. Сварочное оборудование промышленного класса URL: <https://evospark.ru/> (дата обращения:19.03.2022)
38. 3D Welding table PROFIPremiumLINE (PP) D28 URL: https://www.demmeler.com/ru/produkty-i-magazin/originalnye-3d-sistema-zazhimov/3d-svarochnye-stoly/detailview?tx_dxproduktkatalog_pk%5Baction%5D=show&tx_dxproduktkatalog_pk%5Bartikkel%5D=277&tx_dxproduktkatalog_pk%5Bcontroller%5D=Artikel&tx_dxproduktkatalog_pk%5Blist%5D=1&cHash=4ea202e6c5f5a287e3256d4a55bbee (дата обращения:19.03.2022)
39. Работа может быть такой легкой! URL: <https://www.demmeler.com/ru/produkty-i-magazin/originalnye-3d-sistema-zazhimov/ugolnik> (дата обращения:19.03.2022)

40. 2-point clamp with adaptor URL: https://www.demmeler.com/ru/produkty-i-magazin/originalnye-3d-sistema-zazhimov/bystrozazhimnoe-ustroistvo/detailview?tx_dxproduktkatalog_pk%5Baction%5D=show&tx_dxproduktkatalog_pk%5Bartikel%5D=1083&tx_dxproduktkatalog_pk%5Bcontroller%5D=Artikel&tx_dxproduktkatalog_pk%5Blist%5D=1&cHash=d8faca7a13a17a922e2568d5d7addda9 (дата обращения: 19.03.2022)

41. Крюков А.В. Производство сварных конструкций: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Производство сварных конструкций» для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства» / А.В. Крюков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2022. – 16 с.

42. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с. ISBN 978-5-7695-4275-6

43. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500 «Оборудование и технология сварочного производства». – Томск: Изд. ЮФТПУ. – 2000. – С.24 с.

44. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.

45. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.

46. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.

47. Хайдарова А.А. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. – 132 с.

48. ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы».
49. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.,
50. Сварочный полуавтомат *Evospark EVOMIG 350 BASIC* URL: <https://www.eosn.ru/catalog/svarochnoe-oborudovanie/svarochnye-apparaty/svarochnye-poluavtomaty/evomig-350-basic> (дата обращения: 09.05.2022)
51. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», - ЮТИ ТПУ, 2020. – 24 с.
52. Швеллер, 3пс/сп5, 22 П URL: https://kemerovo.pulscen.ru/products/shveller_3ps_sp5_22_p_14583089 (дата обращения: 09.05.2022)
53. Проволока сварочная от 0,3 до 12 мм по ГОСТ 2246-70 08Г2С, 06Х19Н9Т URL: https://kemerovo.pulscen.ru/products/provoloka_svarochnaya_ot_0_3_do_12_mm_p_o_gostu_2246_70_08g2s_06kh19n9t_08_44874677 (дата обращения: 09.05.2022)
54. Газовая смесь аргон-углекислота (75-80% Ar, 25-20% CO₂) 40 л URL: https://www.promgaznovosib.ru/goods/149684719-gazovaya_smes_argon_uglekislota_75_80_ar_25_20_so2_40_l (дата обращения: 09.05.2022)
55. АО «КУЗБАССЭНЕРГО» URL: <https://sibgenco.ru/companies/oao-kuzbassenergo/> дата обращения: 09.05.2022)
56. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»
57. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.
58. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах URL: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html> (дата обращения: 09.05.2022)

59. Русак О.Н., доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.

60. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.

61. 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.

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

63. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.

64. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория URL: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-chto-selitebnaya-territoriya> (дата обращения: 09.05.2022)

[illegible]

[illegible]

Формат А4

Приложение Б
(обязательное)
Спецификация Приспособление сборочно-сварочное

		Формат		Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
		Зона	Поз.						
Перв. примен.									
						<u>Документация</u>			
					ФЮРА.0000001.136.00.000 СБ	Сборочный чертеж		A1	
Справ. №									
						<u>Сборочные единицы</u>			
			1	ФЮРА.0000001.136.01.000	PROFI Premium LINE (PP) 3D Сварочный стол	5			
			2	ФЮРА.0000001.136.02.000	Быстрозажимное устройство 2-point clamp with adaptor DEMMELER	4			
Подп. и дата					3	ФЮРА.0000001.136.03.000	D16-06004-000 Болт PC с потайной головкой короткий	20	
							<u>Детали</u>		
Взам. инв. №									
			4	ФЮРА.0000001.136.00.004	D16-05002-000 Универсальный стопор малый	20			
Подп. и дата									
Инв. № подл.									

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Василевский		
Пров.		Ильященко		
Н.контр.		Ильященко		
Утв.				

ФЮРА.0000001.136.01.000

Приспособление
сборочно-сварочное

Копировал

Лит.	Лист	Листов
у	1	1

ЮТИ ТПУ
гр. 3-10A70

Формат A4

[illegible]

Дир.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
<i>Быстроизготавливаемое здание</i>																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		СМ		Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
Б	Код, наименование оборудования				Наименование детали, сб. единицы или материала		Обозначение, код												
К/М																			
A01																			
002	3. Требования к оформлению документации ГОСТ Р 2.610 ;																		
03	4. Требования к подготовке кромок ГОСТ 14 771-76;																		
A04	5. Требования к прихваткам РД 34.15.132-96;																		
B05	6. Требования к сборке сварного соединения РД 34.15.132-96;																		
06	7. Требования к контролю перед сборкой РД 34.15.132-96;																		
07	8. Требования к контролю после сварки РД 34.15.132-96;																		
08	9. Методы и объем контроля качества сварного соединения РД 34.15.132-96, РД 03-606-03;																		
09	10. Режимы сварки регулируются автоматически сварочным оборудованием при вводе исходных																		
010	данных (толщина металла, используемом защитном газе и диаметре проволоки).																		
011																			
012																			
T13																			
T14																			
T15																			
16																			
МК	Маршрутная карта																		3

Дир.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
ФЮРА.000583.136.00.0000																			
<i>Быстрозаводимое здание</i>																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Б	Код, наименование оборудования				Наименование детали, сб. единицы или материала	Обозначение, код				ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.					
К/М																			
A01																			
002	Тип соединения				Длина, мм.	Расход, кг.	Кол-во пр.				Примечание								
03	- лист поз. 5																		
A04	№4 С2				636	0,057	1				Sдетали = 10 мм.								
Б05																			
06	- два швеллера поз. 17																		
07	№10 нест.				1280	0,765	2				Sдетали = 5,4 мм.								
08																			
09	Кантовать во время сварки в удобное положение.																		
010																			
011																			
012																			
T13																			
T14																			
T15																			
16																			
КТП	Карта технологического процесса																		
																			7

Директор																				
Взам.																				
Подп.																				
Разраб.																				
Проб.																				
Нормир.																				
Нач. БТК																				
Н. контр.																				
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.				
Б	Код, наименование оборудования					Обозначение, код					Обозначение документа									
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала																			
Быстрозаводимое здание																				
А01																				
А02	015 Сварка-сварка																			
А03	Сварочные козлы (2 шт.); Кран-балка (Q = 2,0 т.); Сварочный полуавтомат EvaMig Basic 350;																			
А04	Устройство подачи проволоки УПП-300П; Проволока Св-08Г2С-0 Ø12 ГОСТ 2246-70;																			
Б05	Смесь газов Ar(80%)+CO ₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010.																			
Б06																				
Б07	1. На подузел №1 установить лист поз. б в размер 180 мм, T=0,71 мм.																			
Б08	2. Прихватить лист поз. б к подузелу №1. Количество прихваток – 4 шт. T=0,6 мм.																			
Б09	3. Приварить лист поз. б к подузелу №1. T=1,05 мм.																			
Б10	Тип соединения					Длина, мм.					Расход, кг.					Кол-во пр.				
Б11	№4 С2					318					0,028					1				
Б12																Примечание				
Б13	№3 Н1-△4					170					0,018					1				
Б14																Сдетали = 5,4 мм.				
Б15																				
Б16																				
КТП	Карта технологического процесса																			
	8																			

Дир.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшп.	Тпз.	Тшт.			
Б	Код, наименование оборудования																		
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.рас.х.					
A01																			
A02	020 Сварка-сварка																		
A03	Сварочные козлы (2 шт.); Кран-балка (Q = 2,0 т.); Сварочный полуавтомат EvoMag Basic 350;																		
A04	Устройство подачи проволоки УПП-300П; Проволока Св-08Г2С-0 φ12 ГОСТ 2246-70;																		
B05	Смесь газов Ar(80%)+CO ₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010; Строп цепной универсальный (Q = 2,0 т.);																		
B06	Подузел №2																		
B07	1. Повторить переходы 1-7 операции 010.																		
B08																			
B09	025 Сварка-сварка																		
B10	Сварочные козлы (2 шт.); Кран-балка (Q = 2,0 т.); Сварочный полуавтомат EvoMag Basic 350;																		
B11	Устройство подачи проволоки УПП-300П; Проволока Св-08Г2С-0 φ12 ГОСТ 2246-70;																		
B12	Смесь газов Ar(80%)+CO ₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010; Строп цепной универсальный (Q = 2,0 т.);																		
B13	1. Повторить переходы 1-3 операции 015.																		
B14																			
B15																			
B16																			
КТП	Карта технологического процесса																		9

Дир.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Б	Код, наименование оборудования					Обозначение, код					Обозначение документа								
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала																		
А01																			
А02	055 Сварка-сварка $T_0=23,2$ мин.																		
03	Сварочные козлы (2 шт.); Кран-балка ($Q = 2,0$ т.); Сварочный полуавтомат EvaMig Basic 350;																		
А04	Устройство подачи проволоки УПП-300П; Проволока Св-08Г2С-0 $\phi 1,2$ ГОСТ 2246-70;																		
Б05	Смесь газов Ar(80%)+CO ₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010.																		
06	1. Уложить подузел №3 и подузел №4 в размер 2500 мм. $T=4,0$ мин.																		
07	2. Уложить лист поз. 1 (8 шт.) и труба поз. 12 (4 шт.) в размеры 990, 1500, 1500 и 1500 мм. $T=8,48$ мин.																		
08	3. Уложить лист поз. 7 и уголок поз. 14 (2 шт.) $T=1,2$ мин.																		
09	4. Прихватить детали между собой. Количество прихваток - 12 шт. $T=1,8$ мин.																		
010	5. Приварить детали (трубы поз. 12 приваривать после приварки листов поз. 1) $T=11,8$ мин.																		
011	Тип соединения					Длина, мм					Расход, кг.					Кол-во пр. Примечание			
012	- восемь листов поз. 1																		
Т13	№2 ТЗ- $\nabla 5$					520					0,145					1 $S_{детали} = 5$ мм.			
Т14																			
Т15																			
16																			
КТП	Карта технологического процесса																		
	16																		

Директор																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Б					Код, наименование оборудования														
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала														
А01																			
А02	Тип соединения				Длина, мм.	Расход, кг.	Кол-во пр.				Примечание								
03	- четыре трубы поз. 12																		
А04	№3 Н1-△4				1280	0,132	1				Сдетали = 4 мм.								
Б05	№6 Т1-△5				520	0,073	1				Сдетали = 4 мм.								
06	- два уголка поз. 14																		
07	№8 Т1-△4				260	0,027	1				Сдетали = 3 мм.								
08	№7 Н1-△3				556	0,035	1				Сдетали = 3 мм.								
09	- лист поз. 7																		
010	№7 Н1-△3				560	0,035	1				Сдетали = 3 мм.								
011																			
012	6. Клеимить клеем сварщика на поз. 7.																		
Т13	7. Отправить сб. ед. №2 на склад.																		
Т14																			
Т15																			
16																			
КТП	Карта технологического процесса																		17

Дир.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Б	Код, наименование оборудования					Обозначение, код					Обозначение документа								
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала																		
А01																			
А02	080 Слесарная																		
А03	Адаптация сварочно-сварочное ФЮРА.0000001136.00.0000 СБ.																		
А04	1. Зачистить св. соедин. от окалины, срубить напильники.																		
Б05	2. Предъявить сб. ед. БТК.																		
Б06																			
Б07	085 Контроль																		
Б08																			
Б09	1. Проверить св. соедин. внешним осмотром на соответствие требованиям КД и ТД.																		
Б10	2. Клеим клеймом БТК на поз. 7, 8, 9.																		
Б11	Линия измерительная 10-х, Штангенциркуль ШЦ-2-1600, линейка металлическая и УШС-4.																		
Б12																			
Б13																			
Б14																			
Б15																			
Б16																			
КТП	Карта технологического процесса																		
	25																		

Приложение Г

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ СБОРОЧНО-СВАРОЧНОЕ

ФЮРА.000001.136.00.000 СБ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

00.0000.136 РЭ

Содержание

1 Назначение изделия	3
2 Технические данные и характеристики	3
3 Устройство и работа приспособления сборочно-сварочного	4
3.1 Состав клапана приспособления сборочно-сварочного	4
3.2 Работа изделия	4
4 Меры безопасности	4
5. Монтаж и техническое обслуживание	5
5.1 Эксплуатационные ограничения	5
5.2 Общие указания	5
5.3 Монтаж изделия	5
5.4 Техническое обслуживание	5
6 Правила хранения и транспортировки	6
8.1 Хранение	6
8.2 Транспортирование	6
9 Сведения об утилизации	6
Приложение А Внешний вид приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.136.00.000 СБ	8

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.136.00.000 СБ предназначено для ознакомления персонала с устройством и принципом работы приспособления. его основными техническими данными и характеристиками, а также служит руководством по монтажу, эксплуатации и хранению.

1 Назначение изделия

1.1 Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.136.00.000 СБ предназначено сборки и сварки крышной части быстровозводимого здания. Приспособление сборочно-сварочное обеспечивает быструю установку собираемых элементов конструкции и надежное крепление деталей (уголков).

2 Технические данные и характеристики

2.1 Основные технические данные и характеристики:

грузоподъемность – 2000 кг.;

габариты – 12443 х 3000 х 1035 мм.;

вес – 5310 кг.

2.2 Материал основных деталей: алюминий, сталь 20.

2.3 Средний срок службы – 12 лет.

3 Устройство и работа приспособления сборочно-сварочного

3.1 Состав приспособления сборочно-сварочного

3.1.1 Внешний вид приспособления сборочно-сварочного показан в приложении А. Приспособление сборочно-сварочное состоит из: 1. PROFI Premium LINE (PP) 3D сварочных столов (5 шт.); 2. быстрозажимного устройства 2-point clamp with adaptor DEMMELER (4 шт.); 3. D16-06004-000 болта РС с потайной головкой короткого (20 шт.); 4. D16-05002-000 универсального стопора малого (20 шт.).

3.2 Работа изделия

3.2.1 Подузлы №5 и №6 вставляется по универсальным стопорам приспособления, уголки поз. 15 закрепляются быстрозажимными устройствами и трубы поз. 11 устанавливаются по универсальным стопорам. В дальнейшем детали прихватываются и свариваются.

4 Меры безопасности

4.1 Рабочий персонал может быть допущен к работе приспособления сборочно-сварочного только после проведения соответствующих инструктажей по охране труда при работе с механическим оборудованием.

5. Монтаж и техническое обслуживание

5.1 Эксплуатационные ограничения

5.1.1 Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.136.00.000 СБ следует использовать только в условиях эксплуатации, соответствующих указанным в эксплуатационной документации на него и на параметры не превышающих значений, указанных в настоящем руководстве.

5.2 Общие указания

5.2.1 К монтажу, эксплуатации и обслуживанию допускается персонал, изучивших устройство приспособления сборочно-сварочного.

5.3 Монтаж изделия

5.3.1 При монтаже приспособления сборочно-сварочного по месту необходимо выдерживать установочные размеры, указанные на чертеже для сварочных столов, быстрозажимных устройств и универсальных стопоров.

5.4 Техническое обслуживание

5.4.1 Во время эксплуатации следует производить периодические осмотры (регламентные работы) в сроки, установленные графиком, и зависимости от режима работы системы. но не реже одного раза и 6 месяцев.

5.4.2 При осмотре необходимо проверять общее состояние приспособления, целостность резьбовых соединений.

6 Правила хранения и транспортировки

6.1 Хранение

6.1.1 Хранение приспособления сборочно-сварочного следует осуществлять в закрытых складских помещениях.

6.1.2 Консервационную смазку наносить на обезжиренную чистую сухую поверхность. Обезжиривание производить чистой ветошью, смоченной в бензине по ГОСТ 31077-2002.

6.2 Транспортирование

6.2.1 Условия транспортирования 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150.

6.2.2 Приспособления сборочно-сварочные разрешается транспортировать любым видом закрытого транспорта в полном соответствии с правилами перевозки грузов, действующих на данном виде транспорта.

7 Сведения об утилизации

7.1 Приспособление сборочно-сварочные не содержит в своем составе опасных или ядовитых веществ, способных нанести вред здоровью человека или окружающей среде, и не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды.

7.2 Утилизацию отходов следует проводить в соответствии с требованиями законодательства об охране окружающей среды и обращении отходов.

Приложение А.1

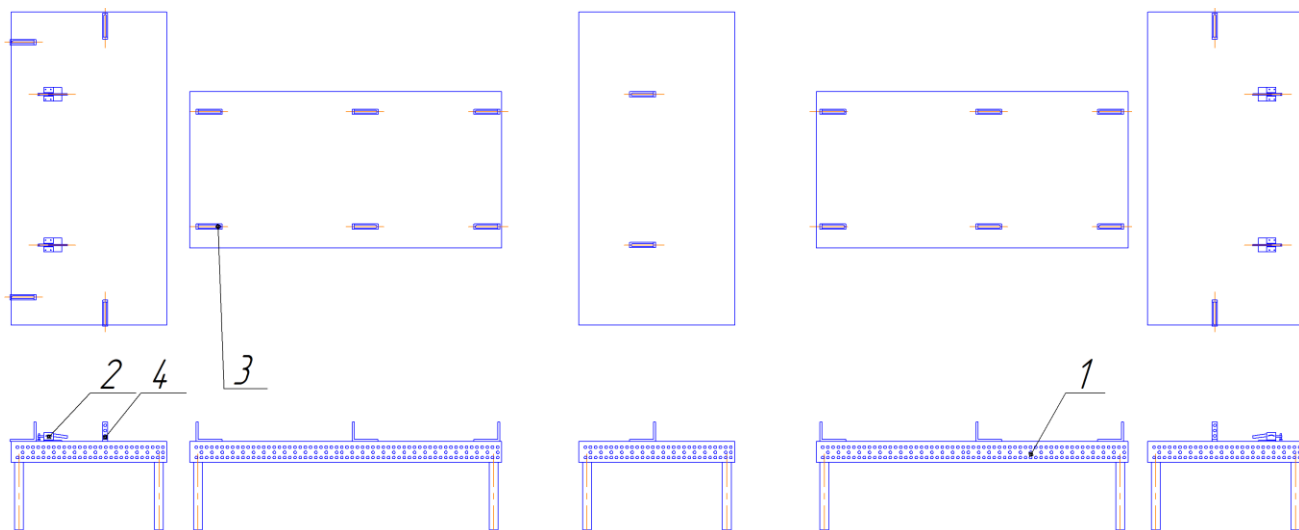


Рисунок А.1 – Устройство приспособления сборочно-сварочного
ФЮРА.000001.136.00.000 СБ