

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 СЕКЦИИ ВЕРХНЕЙ КРАНА

УДК 621.757:621.791:621.873

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Горн А.О.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Кузнецов М.А.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

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	Кузнецов М.А..	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

Горн А.О.

Руководитель ВКР

Кузнецов М.А.

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
3-10A70	Горн Артему Олеговичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки секции верхней крана	
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>	<ol style="list-style-type: none"> 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.

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ФЮРА.000001.063.00.000 СБ Секция верхняя 3 листа (А1) 2. ФЮРА.000002.063.00.000 СБ П Оправка 1 лист (А1). 3. ФЮРА.000003.063 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000004.063 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия. 5. ФЮРА.000005.063 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000006.063 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000007.063 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1).
---------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

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	Кузнецов М.А.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А70	Горн А.О.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
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 <small>(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)</small>

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	Кузнецов М.А.	к.т.н.		

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	Горн А.О.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-10А70	Горн Артему Олеговичу

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	13980,18 руб 125,9 руб 1880,22 руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Проволока Газ	1150,5 кг 14,734 кг 2098 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
3-10А70	Горн А.О.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A70	Горн Артему Олеговичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки быстровозводимого здания на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <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> 	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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) 	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>

<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	Вредные выбросы в атмосферу.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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
З-10А70	Горн А.О.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 117 с., 3 рис., 23 табл., 51 источник, 4 прил., 9 л. графического материала.

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

Объектом разработки является технология изготовления секции верхней кран.

Цель работы. Целью работы является разработка технологии изготовления секции верхней крана.

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

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

Экономические показатели:

- капитальные вложения 1537206 руб;
- себестоимость продукции 7993152,55 руб;
- количество приведенных затрат 8223733,52 руб/изд. год.

REPORT

Final qualifying work: 117 p., 3 figures, 23 tables, 51 sources, 4 appendices, 9 liters of graphic material.

Keywords: FUSION WELDING, TECHNOLOGY, WELDING METHOD, WELDING CURRENT STRENGTH, WELDING EQUIPMENT, PRODUCTIVITY, SITE PLAN, MANDREL, INDUSTRIAL SAFETY, COST.

The object of the development is the manufacturing technology of the upper crane section.

The purpose of the work. The purpose of the work is to develop the manufacturing technology of the upper crane section.

In the course of the work, the study of the component parts of the product, the determination of the steel grade, the choice of welding method, the choice of welding materials, the rationing of operations, the preparation of the technological process, the calculation of the required amount of equipment and the number of workers were carried out.

As a result of the work, welding equipment was selected, assembly and welding operations were normalized. The coefficient of reduced costs is calculated.

Economic indicators:

- capital investments 1537206 rubles;
- the cost of production is 7993152.55 rubles;
- the number of reduced costs is 8223733.52 rubles/ed. year.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки	6
Введение	7
1 Обзор и анализ литературы	8
1.1 Кантователи	8
1.1.1 Двухстоечный вращатель	9
1.1.2 Двухстоечные кантователи с подъёмными центрами для крупногабаритных рам	9
1.1.3 Одностоечные кантователи для малогабаритных изделий	9
1.1.4 Кольцевые кантователи для объёмных конструкций	9
1.1.5 Цепные для балочных конструкций	10
1.2 Кантователь сборно-сварочный КЦ-4	10
1.2.1 Устройство и принцип работы	11
1.5 Заключение	12
2 Объект и методы исследования	13
2.1 Описание сварной конструкции	13
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	13
2.2.1 Требования к подготовке кромок	13
2.2.2 Требования к сборке сварного соединения	14
2.2.3 Требования к сварке при прихватке	15
2.2.4 Требования к сварке	15
2.2.5 Требования к контролю	16
2.3 Методы и средства проектирования	18
2.4 Постановка задачи	19
3 Разработка технологического процесса	20
3.1 Анализ исходных данных	20
3.1.1 Основные материалы	20
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	22
3.1.3 Выбор сварочных материалов	22
3.2 Выбор технологических режимов	23
3.3 Выбор основного оборудования	23
3.4 Выбор оснастки	28
3.5 Составление схем узловой и общей сборки	28
3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	29
3.6.1 Контроль сварных соединений стальных конструкций.	30
3.7 Разработка технологической документации	33
3.8 Техническое нормирование операций	35
3.9 Материальное нормирование	38
3.9.1 Затраты на металл	38
3.9.2 Расход сварочной проволоки	38
3.9.3 Расход защитного газа	39
3.9.4 Расход электроэнергии	40
4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений	41

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	41
4.2 Расчёт элементов приспособления	43
4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление	43
5 Проектирование участка сборки сварки	45
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	45
5.2 Расчёт основных элементов производства	45
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	45
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	47
5.3 Пространственное расположение производственного процесса	48
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	50
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	50
6.2 Экономический анализ техпроцесса	50
6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	51
6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	51
6.2.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	52
6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	53
6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы	53
6.2.2.2 Определение затрат на вспомогательные материалы	54
6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату	54
6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию	55
6.2.2.5 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования	55
6.2.2.6 Затраты на амортизацию приспособлений	56
6.2.2.7 Определение затрат на содержание помещения	57
6.3 Расчет технико-экономической эффективности	58
6.4 Основные технико-экономические показатели участка	58
7 Социальная ответственность	60
7.1 Описание рабочего места	60
7.2. Законодательные и нормативные документы	60
7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	62
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	67
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	67
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	69
7.5 Охрана окружающей среды	69
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	70
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	71
Заключение	72
Библиография	73
Приложение А (Спецификация Секция верхняя)	77
Приложение Б (Спецификация Оправка)	80
Приложение В (Технологический процесс)	82

Приложение Г (Инструкция по эксплуатации приспособления) CD-R обороте обложки Графический материал листах	112 в конверте на На отдельных листах
ФЮРА.000001.063.00.000 СБ Секция верхняя. Сборочный чертеж	Формат 3-A1
ФЮРА.000002.063.00.000 СБ П Оправка. Сборочный чертеж	Формат A1
ФЮРА.000003.063 ЛП План участка	Формат A1
ФЮРА.000004.063 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат A1
ФЮРА.000005.063 ЛП Система вентиляции участка	Формат A1
ФЮРА.000006.063 ЛП Основные технико-экономические показатели	Формат A1
ФЮРА.000007.063 ЛП Карта организации труда на производственном участке.	Формат A1

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

КЗ – короткое замыкание;
ИДСПЭ – импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом;
ВИК – визуальный и измерительный контроль;
СТК – служба технического контроля;
НТД – нормативно-техническая документация;
ПТД – производственно-техническая документация;
ПЦТ – полный цифровой тракт;
КПД – коэффициент полезного действия;
ИТР – инженерно-технические работники;
МОП – младший обслуживающий персонал;
ГОСТ 2561-83 – Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие;
ГОСТ 34587-2019 «Краны грузоподъемные, сварка стальных конструкций. Общие технические требования»;
ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные;
ГОСТ 23518-79 – Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами;
ГОСТ 19281-89 – Прокат из стали повышенной прочности;
ГОСТ 1050-2013 –Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей;
ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная;
ГОСТ Р ИСО 14175-2010 – Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов;
ГОСТ 7798-70 – Болты с шестигранной головкой класса точности В;
ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы»;
ГОСТ Р 2.610 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов».

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня подъемная техника образует целую группу промышленного оборудования, предназначенного для перемещения груза в пространстве. Характеристики современных грузоподъемных кранов отвечают всем требованиям организационно-технологических решений на объектах строительства. В технологических картах и проектах производства работ учитываются рабочие параметры подъемных механизмов, взаимосвязанных с особенностями возводимого здания [1]. Краны классифицируют по грузоподъемности. Использование оборудования зависит от производства [2]. Автокраны входят в группу стрелковых самоходных кранов и наиболее распространены среди всех представителей данной группы. Краны собираются на шасси грузовиков, место их установки – передние и задние выносные опоры. Это делает автокраны устойчивыми в момент работы автокрана с грузами и увеличивает грузоподъемность. Такие краны имеют возможность самостоятельного передвижения по грунту и преодоления подъемов в пределах 20 градусов. Автомобильные краны очень подвижны, благодаря чему быстро перемещаются на различные точки работы, находящиеся на расстоянии друг от друга. Железнодорожная транспортировка не требует разборки кранов, так как они не превышают габаритов транспорта железных дорог [3].

Применение сварки в среде защитных газов при изготовлении секции верхней крана является наиболее актуальным.

Целью работы является разработка технологии изготовления секции верхней крана.

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

Объектом разработки является технология изготовления секции верхней крана.

Предметом разработки является проектирование участка сборки-сварки секции верхней крана.

1 Обзор и анализ литературы

Так как изготавливаемое изделие обладает большой длиной по сравнению с шириной и высотой требуется подобрать такое приспособление, которое обеспечивало бы быструю и удобную кантовку для монтажа мелких деталей на поверхность изделия.

Кантователь – производственный механизм, производящий перекладку или передачу различных объектов с одного поста или обрабатывающего устройства на другое, с обязательным изменением пространственной ориентации объекта (переворотом, простым или двухосным поворотом). Изменение ориентации объекта кантователем, как правило, предусматривается с угловым шагом в 90° или 180° . Большинство конструкций кантователей, применяемых в технике, построено на основе мальтийских механизмов, или других рычажных, зубчато-рычажных или кулачковых механизмов, обеспечивающих прерывистое движение выходного звена [4].

1.1 Кантователи

В сварочном производстве широко используют различные кантователи, которые делятся на: манипуляторы, роликовые стенды, поворотные столы, позиционеры, вращатели.

Манипуляторы – позволяют устанавливать конструкции с круговыми швами в удобное для сварки положение и вращать их со сварочной скоростью. Подразделяются на: консольные, карусельные, консольные с частичным и полным уравниванием относительно оси наклона, карусельные с вертикальным подъёмом, карусельные с радиальным подъёмом и т.д.

Позиционеры – позволяют вращать рамные и корпусные изделия вокруг двух осей для установки в оптимальное для сварки положение.

Вращатели – вращение цилиндрических и рамных конструкций с круговыми швами со сварочной скоростью вокруг одной постоянной оси: вертикальной, горизонтальной или наклонной.

Одним из наиболее востребованных является тип кантователей с поворотом изделия вокруг горизонтальной оси:

- двухстоечные кантователи для рамных конструкций;
- двухстоечные кантователи с подъёмными центрами для крупногабаритных рам;
- одностоечные кантователи для малогабаритных изделий;
- челночные и кольцевые кантователи для объёмных конструкций;
- цепные и рычажные для балочных конструкций.

Роликовые стенды – вращение крупногабаритных конструкций при сборке и сварке продольных и кольцевых швов. Возможно вращение как со сварочной, так и с маршевой скоростью.

1.1.1 Двухстоечный вращатель

Двухстоечный вращатель предназначен сборки и сварки крупногабаритных деталей (кузовов самосвалов, каркасов автобусов, трамваев и т.п.) с использованием поворотного механизма для вращения изделия вокруг горизонтальной оси. Приспособление позволяет переворачивать раму, установленную на промежуточной хребтовой балке для удобства сварки со всех сторон [6].

1.1.2 Двухстоечные кантователи с подъемными центрами для крупногабаритных рам

Кантователи двухстоечные с подъемными центрами предназначены для выполнения технологических операций с крупногабаритными узлами: сварки, сборки, покраски.

Кантователь сварочный представляет собой две стойки с электромеханическим приводом подъема до высоты 2000 мм и вращением на 360 градусов крупногабаритного узла, закрепляемого между фланцами кареток, синхронно перемещающихся по вертикали. Привод подъема имеет аварийные выключатели, отключающие кантователь при износе грузовых гаек и выключатель, контролирующей отказ электронной синхронизации при подъеме или опускании кареток [7].

1.1.3 Одностоечные кантователи для малогабаритных изделий

Одностоечные центровые кантователи представляют собой одну из наиболее распространенных разновидностей рассматриваемого оборудования по классу центровых кантователей.

Консольный одностоечный кантователь с горизонтальной или наклонной осью вращения имеет шпиндель, на консольном хвостовике которого насажена крепежная планшайба или какое-либо иное приспособление для крепления свариваемого изделия. Шпиндель приводится во вращение асинхронным электродвигателем через однозаходный самотормозящий червячный редуктор и зубчатую пару, ведомый венец которой прикреплен к планшайбе [8].

1.1.4 Кольцевые кантователи для объемных конструкций

Для сборки и сварки громоздких конструкций типа станин, объемных пространственных рам, дизельных блоков, овальных цистерн применяют кольцевые кантователи, которые одновременно являются и сборочными кондукторами. Такие кантователи–кондукторы обычно специализируются для какого–либо одного изделия в серийном производстве (рис. 6). Кантователь состоит из двух опорных колец 3, соединенных между собой станиной сборочного кондуктора 1. Кольца опираются на роликоопоры 4 и снабжены

зубчатыми венцами 2, с которыми сцепляются ведущие шестерни 5, насаженные на приводной вал 6. Последний приводится во вращение электроприводом кранового типа 7. Иногда кольца делают разъемными для возможности укладки свариваемого изделия или его деталей в раскрытый кантователь [9].

1.1.5 Цепные для балочных конструкций

Кантователи цепные предназначены для поворота свариваемых изделий различной формы в положение удобное при полуавтоматической и ручной дуговой сварке. С их помощью можно поворачивать изделия вокруг горизонтальной оси на любой необходимый угол для выполнения различных операций, в том числе сборка, зачистка сварных швов и т.п.

Цепной кантователь состоит из двух секций. Каждая секция включает в себя две стойки (одна из них приводная), раму и шкаф управления. Неприводная стойка устанавливается на раме неподвижно, либо по требованию заказчика, с возможностью перемещения. На приводной стойке установлен двигатель с редуктором, при необходимости приводная стойка может комплектоваться приводом с плавной регулировкой скорости перемещения изделия. Размеры цепного кантователя определяются заказчиком, расстояние между стойками по продольной оси зависит от длины изделия [10].

1.2 Кантователь сборно-сварочный КЦ-4

Кантователь сборно-сварочный КЦ-4 предназначен для установки деталей прямоугольной, квадратной или круглой формы в поперечном сечении (например, балки, трубы, колонны, металлоконструкции и т. д. в положение, удобное для выполнения сварочных, сборочных и других работ, требующих ее поворота вокруг горизонтальной оси на любой угол.

Технические характеристики кантователя сборно-сварочный КЦ-4 представлены в таблице 1.1 [11].

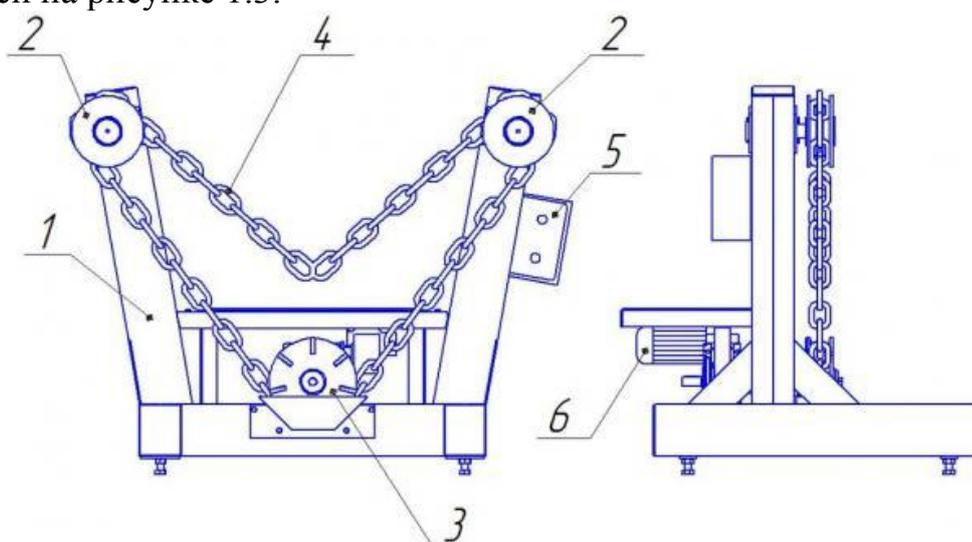
Применение круглозвенной («якорной») цепи в кантователях производства ООО «СИТЕК22» обеспечивают большую надежность в отличие от других производителей, где применяются пластинчатые цепи. Круглозвенная цепь обладает большой гибкостью, т. е. может изгибаться во всех плоскостях, пластинчатая цепь изгибается в одной плоскости, что может привести к её поломке, например, при небрежной погрузке кантуемой детали краном в кантователь. Круглозвенная цепь не требует обслуживания (смазки) на весь период эксплуатации кантователя в отличие от пластинчатых цепей, требующих периодической смазки шарниров для долговременной работы. Круглозвенная цепь устойчива к механическим повреждениям (удары острыми поверхностями), устойчива к повышенным температурам (сварочные работы в непосредственной близости) [11].

Таблица 1.1 – Технические характеристики кантователя сборно-сварочный КЦ-4

№ п.п.	Наименование показателя	Модель
		КЦ-4 (цепной)
1.	Габаритные размеры кантуемых изделий, мм.:	
	Квадратных, со стороной	500
	Диаметр цилиндрических деталей	700
	Длина	1400-15000
2.	Грузоподъемность (<i>max</i>), кг	4000
3.	Частота вращения (для колонны 500x500мм), об/мин	0,7
4.	Тип вращательного устройства	Круглозвенная цепь
5.	Питающая сеть (50 Гц), В	3x380
6.	Габаритные размеры одной рамы кантователя, мм.:	
	Длина	1110
	Ширина	1480
	Высота	1200
7.	Масса двух рам кантователя, кг	560
По требованию заказчика габаритные размеры кантуемых изделий и грузоподъемность кантователя могут корректироваться.		

1.2.1 Устройство и принцип работы

Общий вид кантователя с обозначением основных составных частей приведен на рисунке 1.3.



1 – Рама, 2 – Холостой ролик, 3 – Ведущий ролик, 4 – Грузовая цепь, 5 – Блок управления, 6 – Электропривод

Рисунок 1.1 – Общий вид кантователя [9]

Кантователь работает следующим образом:

Деталь укладывается грузоподъемным механизмом на грузовую цепь кантователя (Поз. 4), которая удерживает деталь в подвешенном состоянии с помощью холостых (Поз.2) и ведущего (Поз.3) роликов, размещенных на раме (Поз.1). После нажатия одной из двух кнопок (вращение по «часовой» и против «часовой» стрелки) на блоке управления (Поз. 5), включается электропривод и, посредством ведущего ролика (Поз. 3), передает тяговое усилие на цепь [9].

1.5 Заключение

Так как наше изделие является коробчатой конструкцией, то для его кантовки можно применить цепной кантователь. К таким кантователям относится кантователь сборно-сварочный КЦ-4, так как он больше всего подходит по грузоподъемности и длине свариваемых деталей.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Рассматриваемая конструкция – секция верхняя стрелы крана самоходного на коротко-базовом шасси, который относится к грузоподъемному оборудованию. Секция верхняя стрелы крана – сборная конструкция, входящая в состав стрелового оборудования крана. Представляет собой элемент, состоящий из рамы, системы блоков для грузовых тросов и др. Секция верхняя – является завершающей секцией стрелы. В качестве материала деталей изделия применяется стали марок 10ХСНД ГОСТ 19903-74 и СтЗсп5 ГОСТ 27772-88. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.000001.063.00.000 СБ.

Габаритные размеры изделия: 8746x592x1090 мм. Масса изделия 885 кг.

Секция верхняя работает в тяжелых условиях, подвергается непосредственному воздействию высоких динамических нагрузок.

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

Технические условия изготовления сварной конструкции предусматривают технические условия на основные материалы, сварочные материалы, а также требования, предъявляемые к заготовкам под сборку и сварку, к сварке и к контролю качества сварки.

Секция верхняя стрелы крана изготавливается по ГОСТ 34587-2019 «Краны грузоподъемные, сварка стальных конструкций. Общие технические требования».

2.2.1 Требования к подготовке кромок

Кромки свариваемых деталей должны соответствовать ГОСТ 14771-76 и ГОСТ 23518-79.

Свариваемые кромки и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм перед сборкой должны быть очищены от масла, влаги, грязи, ржавчины и пр. Свариваемые кромки отливок, кроме того, должны быть очищены от окалина, пригаров формовочной смеси и пр. На свариваемых кромках допускается окисная пленка после прокатки.

При необходимости непосредственно перед сваркой производят дополнительную очистку мест сварки и удаление сконденсировавшейся влаги. Элементы, покрытые льдом, должны быть отогреты и просушены, продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями.

Зачистку свариваемых кромок и околошовной зоны проводят любыми способами, обеспечивающими требуемое качество [12].

2.2.2 Требования к сборке сварного соединения

Сборку металлических конструкций при изготовлении необходимо проводить с помощью приспособлений, исключающих возможность смещения свариваемых кромок и деформаций под воздействием собственных масс деталей, сборочных единиц и конструкций.

Элементы конструкции, подлежащие сварке, по возможности, должны быть установлены таким образом, чтобы обеспечить выполнения сварных швов в нижнем или близком к нему положении.

Выполнение вертикальных и потолочных швов допускается в тех случаях, когда конструкция по своим габаритам не может быть установлена в нужном положении.

Отклонения размеров и форм элементов металлических конструкций должны соответствовать чертежам.

Зазоры между свариваемыми элементами и величины смещения кромок должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771-76, ГОСТ 23518-79, а для нестандартных сварных швов – требованиям конструкторской документации. Заполнять увеличенные зазоры вставками проволоки, тонколистового металла, электродами и т. п. не допускается.

Если размеры листового или фасонного проката не позволяют изготовить детали целиком, они могут быть выполнены составными из нескольких частей.

Стыки соединения частей следует располагать, соблюдая следующие условия [12]:

- расстояние между поперечными стыками в расчетных элементах металлических конструкций из листов, широких полос, уголков, труб, швеллеров, двутавров должно быть не менее 3 м, а длина пристыковываемого элемента должна быть не менее 0,5 м;

- стыки листов, полос, уголков, швеллеров и двутавров должны быть выполнены с соответствующей разделкой кромок, обеспечивающей выполнение сварного шва по всей толщине стыкуемых элементов без накладок;

- поперечные стыковые швы деталей, расположенные перпендикулярно силовому потоку, рекомендуется выполнять в свободном состоянии во избежание создания при сварке металлических конструкций реактивных напряжений.

Продольные стыковые сварные швы стенок коробчатых и двутавровых сварных балок располагают, по возможности, в растянутой зоне балки.

Расстояние от продольного стыка до таврового соединения пояса со стенкой должно быть не менее 20 % высоты балки. Расстояние от продольного стыка до продольного ребра (если оно имеется на данном элементе) должно быть не менее 50 мм.

В сварных двутавровых балках, балках коробчатого сечения и стержнях стыки поясов рекомендуется смещать относительно стыков стенок не менее чем на 150 мм.

Собранные на стендах или в приспособлениях металлические конструкции после проверки положения их элементов следует закреплять при помощи прихваток, струбцин или зажимов [12].

2.2.3 Требования к сварке при прихватке

Размеры, расположение и количество прихваток должны быть такими, чтобы обеспечить надежную фиксацию соединяемых элементов до выполнения основных швов. Размер прихваток на расчетных элементах (сборочных единицах) металлической конструкции должен быть по длине не менее 30 мм, а по высоте – не менее $2/3$ размера катета шва или толщины элементов, свариваемых встык.

Прихватки, накладываемые для соединения деталей, должны быть размещены в местах расположения сварных швов и переплавлены в процессе сварки. Перед выполнением сварного шва шлак с прихваток должен быть удален.

Для временного соединения деталей прихватки допускается размещать вне мест расположения сварных швов. После выполнения окончательных операций сварки временные прихватки должны быть удалены, а места их расположения зачищены до основного металла.

Выполнение прихваток при сборке должно быть осуществлено с применением тех же сварочных материалов (сварочной проволоки), что и для сварки конструкций.

Прихватки, накладываемые при сборке перед сваркой на расчетные элементы металлических конструкций, должны выполнять сварщики, аттестованные в соответствии с национальными требованиями, действующими в государствах, принявших ГОСТ 34587-2019 [12].

2.2.4 Требования к сварке

Сварку металлических конструкций при изготовлении необходимо производить в соответствии с требованиями технологического процесса, устанавливающего способ сварки, порядок выполнения швов и режимы сварки. Технологии выполнения сварки, используемые при изготовлении грузоподъемных машин, подлежат аттестации в соответствии с нормативными документами государств, принявших настоящий стандарт.

Сварочные работы должны быть выполнены с соблюдением требований техники безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.003-86.

К выполнению работ по сварке несущих металлических конструкций должны допускаться только сварщики, аттестованные в соответствии с национальными требованиями, действующими в государствах, принявших ГОСТ 34587-2019.

Сварку однослойных и многослойных тавровых и угловых швов без разделки кромок для всех марок сталей проводят без подогрева основного

металла, если сечение шва равно или больше значений, приведенных в таблице 5 [12], а коэффициент формы шва b/h – более 1,3 (см. рисунок 3 [12]).

Положение свариваемых конструкций должно обеспечивать наиболее удобные условия для работы сварщика и получения качественных сварных соединений. В необходимых случаях следует применять специальные сварочные приспособления для позиционирования конструкции (позиционеры, кантователи и др.), а также средства доступа для сварщика (леса, люльки и др.). Сварка при нахождении сварщика на приставной лестнице запрещается.

Не разрешается зажигать дугу на основном металле вне границ шва, а также выводить кратер на основной металл.

Если процесс сварки прерван, возобновлять его разрешается только после очистки концевого участка шва длиной не менее 50 мм и кратера от шлака. Кратер должен быть заплавлен (заварен) [12].

2.2.5 Требования к контролю

Качество изготовления металлической конструкции в соответствии с требованиями настоящего подраздела должно быть проверено подразделением технического контроля изготовителя и лабораторией неразрушающего контроля. Результаты контроля оформляют протоколами контроля качества.

Отклонения геометрических размеров, формы и расположения поверхностей металлических конструкций в готовой сборочной единице после сварки не должны превышать значений, указанных в чертежах или технических условиях на конкретную машину, а при их отсутствии – значений, приведенных в таблице А.1 (смотри приложение А ГОСТ 34587-2019). Для отдельных типов кранов значения допустимых отклонений приведены в стандартах на эти краны.

Примечание – Значения предельных отклонений размеров, формы и расположения поверхностей металлических конструкций, приведенные в приложении А, применимы в тех случаях, когда указанные отклонения не влияют на условия сопряжения элементов конструкции, функционирование механизмов машины и не приводят к изменению условий нагружения расчетных элементов.

Программу контроля качества сварных соединений устанавливают в конструкторской и технологической документации или разрабатывают в виде отдельного документа.

Контроль качества сварных соединений при изготовлении металлических конструкций должен быть осуществлен следующими методами [12]:

- визуальным и измерительным;
- радиографическим, ультразвуковым и другими методами неразрушающего контроля, обеспечивающими выявляемость дефектов, соответствующую требованиям настоящего стандарта;
- путем механических испытаний контрольных образцов.

Визуальному и измерительному контролю должно подвергаться 100 % сварных соединений.

100 % сварных соединений расчетных элементов металлических конструкций из высокопрочных сталей подвергают радиографическому или ультразвуковому контролю по всей длине сварного шва.

Дефекты, выявленные при визуальном и измерительном контроле, должны быть устранены до выполнения последующей технологической операции или до приемки объекта контроля. Если дефекты, выявленные при визуальном и измерительном контроле, не препятствуют дальнейшему применению других видов неразрушающего контроля, эти дефекты могут быть устранены после завершения контроля другими видами контроля.

Радиографическому или ультразвуковому контролю подвергают все сварные соединения расчетных элементов конструкции, разрушение которых влечет потерю несущей способности конструкции.

Минимальный объем контроля в процентах от длины сварного шва приведен в таблице 2.1. Перед проведением контроля соответствующие участки сварного соединения должны быть промаркированы.

Контроль качества сварных соединений, (смотри таблицу 6 ГОСТ 34587-2019 [12], проводят любым из методов неразрушающего контроля, обеспечивающих выявляемость дефектов, соответствующую требованиям настоящего стандарта. При этом контролю подлежит не менее 25 % длины сварного шва.

Если при проверке качества сварного соединения методами неразрушающего контроля обнаружены недопустимые дефекты, то должны быть выполнены контроль 100 % длины шва и исправление дефектных участков швов в соответствии с технологическим процессом и инструкциями изготовителя.

Таблица 2.1 – Объем контроля сварных соединений при радиографическом или ультразвуковом контроле [12]

Описание сварных соединений	Количество сварных швов, подлежащих контролю, % от общего числа	Объем контроля, % от длины сварного шва, не менее	Обязательные условия контроля
1	2	3	4
<p>Поперечные и продольные стыковые соединения в стенках коробчатых и двутавровых балок, а также в поясах балок и ферм, в которых не возникают растягивающие напряжения при любых комбинациях нагрузок</p>	<p>100</p>	<p>25 – при РК 50 – при УЗК</p>	<p>В том числе по 15 % длины от начала и от конца соединения</p>

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
Поперечные стыковые соединения в поясах балок и ферм	100	50 – при РК 100 – при УЗК	В том числе по 25 % длины от начала и от конца соединения
Поперечные стыковые соединения расчетных элементов, подвергаемых сложному переменному нагружению (стрелы, хоботы, речные коробки, колонны, опоры порталов и пр.), кранов групп режима А7 и выше	100	75 – при РК 100 – при УЗК	В том числе по 25 % длины от начала и от конца соединения на каждом поясе и стенке
Стыковые соединения в элементах трубчатых ферменных и одностержневых конструкций (оттяжки, тяги и пр.)	100	100 – при РК 100 – при УЗК	–
Соединения балок и стержней ферм с фланцами, нагруженными продольными силами, изгибающимися и/или крутящими моментами	100	100 – при РК 100 – при УЗК	–
Места пересечения стыковых швов	25	–	РК
Примечание – РК – радиографический контроль; УЗК – ультразвуковой контроль.			

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 дипломном проекте:

1. Расчетный метод. Рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция. Расчеты проводились в программе *MathCad 14*.

2. Проектировочный метод. Был спроектирован участок сборки-сварки рамы поворотной крана. Участок сборки-сварки был вычерчен в программе *Компас 3D V16*.

2.4 Постановка задачи

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

Для этого требуется решить следующий ряд задач:

- 1) произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;
- 2) определить режимы сварки и выбрать необходимое сварочное оборудование;
- 3) произвести техническое нормирование операций, материальное нормирование;
- 4) определить потребный состав всех основных элементов производства;
- 5) произвести расчёт и конструирование оснастки;
- 6) разработать участок сборки и сварки секции верхней крана.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Секция верхняя представляет собой сложную сварную конструкцию, состоящую из двух сборочных единиц оголовка и кронштейна. Конструкция изготавливается из сталей 10ХСНД и СтЗсп5.

Химический состав и механические свойства стали 10ХСНД приведен в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 10ХСНД в % (ГОСТ 19281-89) [13]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>N</i>
до 0,12	0,5-0,8	0,8-1,1	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6	0,035	0,040	0,008

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 10ХСНД [13]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
350	390	19

10ХСНД – низколегированная сталь хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к отпускной хрупкости. Сталь предназначена для изготовления сварных металлоконструкций и различных изделий, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы, работающих при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 450 °С [13].

Химический состав и механические свойства стали СтЗсп5 приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали СтЗсп5 в % (ГОСТ 27772-88) [13]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Cu</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>As</i>	<i>N</i>
			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 3.4 – Механические свойства стали СтЗсп5 (ГОСТ 27772-88). [13]

σ_B , Н/мм ²	σ_T , Н/мм ²	δ_5 , %
370-480	245	26

Сталь СтЗсп5 – конструкционная углеродистая обыкновенного качества. Дополнительные сведения о материале: По ГОСТ 27772-88 сталь СтЗсп5

соответствует стали для строительных конструкций. Способы сварки: ручная дуговая сварка, автоматическая дуговая сварка, электрошлаковая сварка, контактная сварка.

Фасонный и листовой прокат из стали СтЗсп5 толщиной до 10 мм применяется для изготовления несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках в интервале от -40 до +425 °С.

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [14]:

- 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 [15]:

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

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

Если углеродный эквивалент $C_{\text{ЭКВ}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для СтЗсп5:

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

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10ХСНД:

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

Сталь 10ХСНД – низколегированная конструкционная ГОСТ 19281-73 [13]. Сталь СтЗсп5 – углеродистая ГОСТ 535-88 [13]. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [16]. 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 производится по результатам экономической эффективности.

Для сталей 10ХСНД, СтЗсп5 рекомендуются следующие способы сварки: плавящимся электродом в защитном газе; автоматическая дуговая сварка под флюсом; электрошлаковая сварка [16]. Выбираем сварку плавящимся электродом в среде защитных газов Ar и CO_2 ($Ar - 80\%$, $CO_2 - 20\%$) ISO 14175 – M21 как наиболее экономичный.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

При выборе сварочной проволоки следует учитывать химический состав свариваемых сталей, химический состав проволоки должен быть близким 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 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [17]

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

Таблица 3.6 – Механические свойства металла шва [18]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	KV , Дж		
			KCU , Дж/см ²	-20 ⁰ С	-40 ⁰ С
Св-08Г2С-О	510	22	47		43

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь *ISO 14175-M21* двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010).

3.2 Выбор технологических режимов

Сварочный полуавтомат *ALLOY MC-351MX PULSE* обладает цифровым синергетическим управлением, которое дает возможность автоматически устанавливать оптимальные параметры сварки, но предварительно необходимо произвести ввод данных: толщина металла, применяемый защитный газ и диаметр проволоки [19].

3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источник сварочного тока и подающий механизм для механизированной сварки. Для сварки в среде защитного газа *ISO 14175-M21* плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки

$I_c = 280-300$ А, напряжение сварки $U = 28-29$ В [20]. Согласно требуемым условиям, выбираем сварочный полуавтомат *ALLOY MC-351MX PULSE* который состоит из выпрямителя *MC-351 MX Pulse* [19] и подающего механизма МПЗ-30 W [21].

Полуавтоматы *MC-351 MX Pulse* являются сложной высокотехнологичной установкой с инверторным источником питания, основой которого служат высокочастотные преобразователи последнего поколения – модули *IGBT*. Система управления сварочным источником построена на базе универсального микроконтроллера и является гибкой и легко настраиваемой посредством изменения программного обеспечения. Она не только постоянно контролирует состояние сварочного источника, обеспечивая безопасность и надежность функционирования, но и в реальном времени формирует сварочные характеристики, поддерживая их с высокой точностью.

При создании серии *MIG/MAG Sinergy* учитывались все лучшие достижения технологий ЭЛЛОЙ®. Малый вес, широкий диапазон настроек и надежность воплотились в этой серии. Но основным преимуществом является прежде всего синергетическая панель управления. В режиме синергетики настройка оптимальных параметров сварки сводится к простому выбору оператором марки свариваемого материала, скорости подачи, типа и диаметра проволоки, защитного газа или смеси. Благодаря встроенному микропроцессору обеспечивается интерактивное автоматическое регулирование в процессе работы параметров сварки с учетом условий электропитания, положения

оператора при сварке и его навыков, поддерживая неизменной стабильность сварочной дуги. Теперь за качество сварки отвечает источник питания, даже не очень опытный персонал сможет подобрать оптимальные параметры сварочного процесса и выполнять сварочные задачи любой сложности с максимальной эффективностью [19].

Технические характеристики выпрямителя *MC-351 MX Pulse* приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Технические характеристики выпрямителя *MC-351 MX Pulse* [19]

Параметр	Значение
Напряжение питающей сети, В	3~380
Потребляемая мощность, кВа	14,5
Напряжение холостого хода, В	75
Диапазон рег. сварочного напр., В	14-40
Диапазон рег. сварочного тока, А	20-350
Скорость подачи свар. пров., м/мин	1-21
Диаметр сварочной проволоки, мм	0,8/1,0/1,2
ПВ (40°С)	100%
Габаритные размеры, мм	660×335×600
Масса аппарата, кг	50

Механизм подачи МПЗ-30 W имеет закрытый типа, предназначен под 300мм катушку без индикации с охлаждением [21].

Технические характеристики подающего механизма МПЗ-30 W приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Технические характеристики подающего механизма МПЗ-30 W [21]

Параметр	Значение
Сварочный ток, А	500
Скорость подачи проволоки, м/мин	2...18
Диаметр проволоки, мм	0,8...2,4
Мощность двигателя, (Вт)	80
Напряжение двигателя, (В)	24
Диаметр катушки, (мм)	300
Масса, (кг)	14
Габаритные размеры, (мм)	670x260x400

Для выполнения протяженных прямолинейных швов автоматической сваркой примем сварочную каретку *Profsvar Profi OSC* [22] совместно с сварочным мультипроцессорным полуавтоматом *LorchSapromS 3 SpeedPulse*

[23] с двумя съёмными механизмами подачи и с двумя соединительными шланг-пакетами в комплекте.

Сварочная каретка *Profsvar Profi OSC* предназначена для сварки горизонтальных и вертикальных угловых и стыковых швов, сварки внахлёт. Также используется для многопроходной сварки.

На каретку можно установить 3 типа направляющих:

С роликами Тип А для упора в деталь. Для сварки угловых швов: тавров, двутавров, коробчатых балок. Для вертикальных швов «снизу-вверх».

С роликами Тип В для движения по гибкой направляющей рейке с 9 магнитами. Для сварки листов встык и внахлёт, горизонтальной сварки стыка двух труб диаметра >2,5 м (опционально от 1 м), для плазменной или газокислородной резки по прямой. Рейки можно стыковать друг с другом для получения направляющей нужной длины.

С роликами Тип 3D для движения по гибкой нейлоновой рейке с 5-ю отключаемыми магнитами. Рейка гнётся во всех направлениях с минимальным радиусом кривизны 3 метра. Используется при сварке криволинейных стыков.

Опции.

Во время сварки можно регулировать все параметры работы механизма колебаний и смещать центр колебаний.

У механизма есть несколько режимов колебаний [22]:

- без колебаний;
- без задержек в крайних точках;
- с задержкой горелки на краях без остановки;
- режим «пила»;
- режим меандр для широких заполняющих швов;
- с остановкой на время задержки горелки на краях.

Технические характеристики сварочной каретки *Profsvar Profi OSC* приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Технические характеристики сварочной каретки *Profsvar Profi OSC* [22]

Параметр	Значение
1	2
Рабочее напряжение каретки, В	24
Сеть подключения адаптера, В	170-230
Потребляемая мощность, Вт	96
Масса каретки, кг.	не более 9
Габариты каретки без держателей горелки, мм	265x160x245
Усилие магнита на отрыв, кг	30
Двигатель перемещения каретки шаговый, В	24
Тяговая сила, кг.	25

1	2
Скорость перемещения, см/мин	(±5%)0-180
Положение горелки вверх-вниз, влево-вправо, мм	0-50
Угол поворота сварочной горелки	360 °
Двигатель механизма колебаний шаговый, В	24
Ширина колебаний	0-17 °
Скорость колебаний, град./сек.	(±5%)0-20
Время задержки на краях, сек.	0-9,9
Механизм колебаний	С механизмом

Lorch Saprom S 3 Speed Pulse – мультипроцессный сварочный полуавтомат с импульсной сварочной дугой, дающий возможность производить сварку обычной стали импульсом. Технология *SpeedPulse* обеспечивает почти непрерывный перенос капель, что предотвращает короткие замыкания при тонком и среднем переносе – то есть брызги во время процесса сварки практически полностью отсутствуют, и производительность наплавки максимальна во всем рабочем диапазоне.

Преимущества технологии *SpeedPulse* – высокая скорость сварки (быстрее до 48 процентов), незначительная теплопередача, которая обеспечивает минимальную деформацию, минимум выгорания сплава и наилучшее качество шва. Шум при сварке *SpeedPulse* ниже обычного уровня на 10 дБ. В целом, данная технология обеспечивает лучший и более глубокий провар.

На аппарате *S 3* можно установить фирменные опции производителя *SpeedArc®*, *SpeedUp®* и *SpeedRoot®*.

Аппарат *Lorch Saprom S 3* можно приобрести в компактном исполнении или с внешним блоком подачи проволоки. Также он допускает производство сварки при сдвоенной подаче с одним или двумя внешними подающими блоками. Промышленный 4-роликковый механизм подачи проволоки показывает наилучшую производительность при сварке.

Данный инвертор поставляется как с газовым, так и с водяным охлаждением – вы можете выбрать оптимальный для вас вариант.

Текстовый дисплей позволяет выбрать язык. На цифровом дисплее вы можете увидеть индикацию сварочного тока и напряжения. Регулировка на аппарате производится с помощью потенциометра, плавно.

Есть возможность выбрать необходимый вариант блока – есть на выбор блоки для мастерских, монтажа, судостроителей и роботов.

Концепция управления «Три шага до начала сварки» делает старт сварочного процесса простым и быстрым.

Функция *Tiptronic* позволяет сохранять в памяти аппарата до 100 сварочных заданий.

Quatromatic предотвращает непровар в начале сварки и обеспечивает оптимальное заполнение кратера в конце шва. С помощью этой функции в 4-тактном режиме сварщик может вызвать с горелки до трех программ сварки.

Аппарат *Lorch Saprom S 3* дает возможность полной автоматизации через *LorchNet*, интерфейс аппарата или соединение с шиной.

Инвертором можно управлять дистанционно с помощью фирменной горелки *Powermaster*. С ее помощью регулируйте все важные параметры прямо на панели горелки. С нее же можно друг за другом вызывать и программы для сложных деталей. Есть возможность дополнительного оснащения для горелки *Push-Pull* и промежуточного привода (длина до 43 м). Аппарат поставляется в прочном промышленном корпусе, защищенном от влаги, грязи и пыли, класс защиты аппарата – *IP 23*. Удобная ручка и колеса позволяют легко транспортировать аппарат по рабочей площадке.

Особенности *Lorch Saprom S 3 Speed Pulse* [23]:

- возможность сдвоенной подачи;
- быстрая сварка;
- позволяет сваривать обычную сталь импульсной сваркой;
- низкий уровень шума.

Преимущества *Lorch Saprom S 3 Speed Pulse* [23]:

- высокое качество сварки;
- дистанционное управление с горелки;
- функция *Quatromatic*;
- сохраняет в памяти до 100 заданий.

Технические характеристики сварочного полуавтомата *Lorch Saprom S 3 Speed Pulse* приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Технические характеристики сварочного полуавтомата *Lorch Saprom S 3 Speed Pulse* [23]

Параметр	Значение
Основные параметры	
Напряжение сети:	380 В
<i>MIG/MAG</i> сварочный ток:	25-320 А
Диаметр сварочной проволоки:	0,6-1,2 мм
ПВ (40°C)	100%
Класс защиты:	<i>IP23</i>
Артикул:	<i>lss3</i>
Габаритные размеры:	1116x463x812
Вес:	92,80 кг.
<i>MIG/MAG</i> ток при ПВ 100%:	250 А
<i>MIG/MAG</i> ток при ПВ 60%:	280 А
Количество роликов в подающем механизме:	4
Диаметр сварочной проволоки:	1,0-1,2 мм
Сетевой предохранитель:	16
Расположение подающего устройства:	Снаружи/Внутри

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 секции верхней крана предлагается применять для поворота изделия цепной кантователь КЦ-4 [11]. Подробно кантователь описан в первой главе. На плитах сборочных с применением оправки производится сборка и прихватка деталей короба секции верхней крана. Струбцины применяются для фиксации деталей и исправления «ромба» короба. Для сварки протяженных швов применяется тележка, предназначенная для перемещения сварочного оборудования, а для снятия оправки применяется специальный стенд.

Внешний вид оправки показан на чертеже ФЮРА.000002.063.00.000 СБ. Спецификация оправки приведена в приложении Б.

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 [24].

На листе плаката ФЮРА.000004.063 ЛП представлена технологическая схема сборки секции верхней крана. На рисунке 3.1 показана технологическая схема изготовления секции верхней крана.

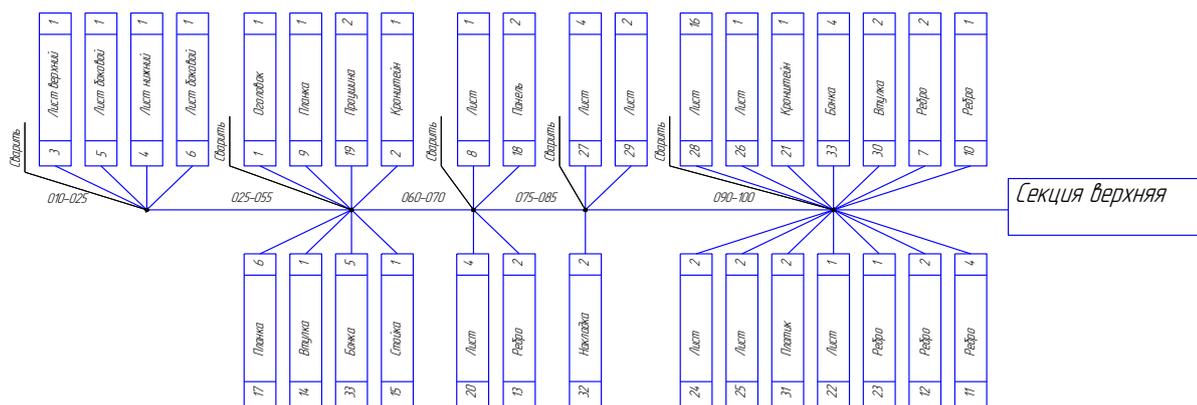


Рисунок 3.1 – Технологическая схема изготовления секции верхней крана

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 [25].

При изготовлении секции верхней крана применяется визуальный измерительный контроль сварных швов. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам и наружные (поверхностные) дефекты [25].

Сварные соединения рассматриваются невооружённым глазом или с помощью лупы при хорошем освещении; обмер швов производят с помощью инструментов и шаблонов-катетометров.

Операционный контроль сварочных работ.

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

Перед началом сварки проверяется [25]:

- 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;
- температура предварительного подогрева свариваемых деталей (если таковой предусмотрен НТД или ПТД).

В процессе сварки проверяется [25]:

- режим сварки;
- последовательность наложения швов;
- размеры накладываемых слоев шва и окончательные размеры шва;
- выполнение специальных требований, предписанных ПТД;
- наличие клейма сварщика на сварном соединении после окончания сварки.

3.6.1 Контроль сварных соединений стальных конструкций.

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится [25]:

- визуально измерительным контролем с проверкой геометрических размеров и формы швов в объеме 100%;
- неразрушающими методами (ультразвуковой дефектоскопией) в объеме не менее 0,5% длины швов. Увеличение объема контроля неразрушающими методами или контроль другими методами проводится в случае, если это предусмотрено чертежами КМ или НТД (ПТД).

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76).

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.

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

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 [25].

При изготовлении секции верхней крана применяется визуально измерительный контроль сварных швов. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов.

Преимущества визуального и измерительного контроля [25]:

- простота контроля;
- несложное оборудование;
- малая трудоемкость.

Для ВИК применяется комплект визуально-измерительного контроля «Эксперт НК».

Ультразвуковой контроль.

Ультразвуковой контроль сварных соединений должен проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 14782-85 и настоящей инструкции [26].

Контроль сварных соединений проводят на поисковой чувствительности, измерение характеристик, выявленных несплошностей (условной протяженности) выполняет на контрольной чувствительности, а оценку допустимости выявленных несплошностей по амплитуде проводят на уровне предельной чувствительности (п.4.19 настоящей инструкции [26]).

Контроль сварных швов, как правило, проводят по совмещенной схеме включения преобразователя, то есть используя один преобразователь в режиме излучения и приема.

При контроле преобразователь устанавливают на поверхность изделия в зоне зачистки перпендикулярно оси шва и перемещают его вдоль шва, совершая возвратно-поступательные движения и поворачивая преобразователь относительно его оси на $10-15^{\circ}$ влево и вправо. Шаг перемещения (сканирования) при этом не должен превышать половины размера пьезопластины преобразователя.

Для повышения достоверности контроль сварных швов проводят, как правило, с двух сторон шва. При отсутствии доступа с одной из сторон, контроль выполняют только с одной стороны, а в заключении по результатам контроля обязательно отмечают недоступные для контроля участки.

Признаком обнаружения дефекта является появление в зоне контроля на экране дефектоскопа эхо-сигнала, превышающего по амплитуде установленный при настройке контрольный уровень чувствительности.

Перед проведением оценки следует отделить ложные эхо-сигналы от полезных. Ложные эхо-сигналы могут быть обусловлены неровностями поверхности, конструктивными особенностями и другими причинами.

Для этого следует измерить координата и определить местоположение отражающей поверхности. Если отражатель находится в зоне контроля (в зоне наплавленного, металла), необходимо перейти к определению измеряемых характеристик [26]:

- амплитуда эхо-сигнала (или эквивалентной площади дефекта);
- условной протяженности;
- количества дефектов на определенном участке сварного шва.

Выявленные при контроле дефекты разделяют на точечные и протяженные.

Точечным считают дефект, условная протяженность которого не превышает, условной протяженности искусственного отражателя, размеры которого определяются эквивалентной площадью (или диаметром плоскостного отверстия) и выполненного на глубине залегания дефекта.

Протяженным считается дефект, условная протяженность которого превышает значения, установленные для точечного дефекта.

Условная протяженность при этом определяется как расстояние по поверхности изделия между крайними положениями преобразователя. За

крайние положения преобразователя принимаются такие, при которых амплитуда эхо-сигнала от выявленного дефекта уменьшается до контрольного уровня чувствительности (на 6 дБ выше предельного) [26].

Методика контроля стыковых сварных соединений.

При контроле стыковых сварных соединений, выполненных без подкладных колец, следует учитывать следующие особенности: помимо эхо-сигналов от дефектов типа непроваров и трещин, располагающихся преимущественно в корневой зоне, а также пор и шлаковых включений, которые могут находиться в любой зоне наплавленного металла шва, на экране дефектоскопа в зоне контроля, могут появиться эхо-сигналы от [26]:

- провисаний в корне шва;
- смещения кромок из-за различной толщины или из-за несоосности свариваемых элементов.

Контроль-проводится прямым и однократно отраженным лучом с двух сторон шва с наружной стороны изделия. По внутренней поверхности допускается контролировать стыковые сварные соединения с внутренним диаметром изделия не менее 1200 мм.

При невозможности проведения контроля прямым ила однократно отраженным лучом допускается проводить контроль многократно отраженным лучом. Схемы контроля стыковых сварных соединений, выполненных без подкладных колец, приведены на рисунке 5 [26].

Контроль выполняется наклонными преобразователям, параметры которых выбираются по таблице 3 [26] в зависимости от толщины контролируемого сварного соединения.

Чувствительность дефектоскопа настраивается в зависимости от конкретной толщины контролируемого изделия и предельно-допустимого размера дефекта для данного типа оборудования, указанного в нормативно-технической, документация, паспорте оборудования или в таблицах 4-7 настоящей инструкции [26].

Швы стыковых сварных соединений из элементов разной толщины контролируют со стороны листа большей толщины только прямым лучом, а со стороны листа меньшей толщины – прямым и однократно отраженным лучами (рисунок 5 [26]).

Признаком обнаружения дефектов является появление на экране дефектоскопа эхо-сигналов в зоне контроля.

Чтобы отличить ложные эхо-сигналы от эхо-сигналов от дефектов, следует определить координаты обнаруженных отражателей.

Методика контроля угловых и тавровых сварных соединений

Угловые и тавровые сварные соединения могут выполняться как из плоских элементов, так и из цилиндрических.

По конструкции угловые и тавровые сварные соединения могут быть двух категорий; с полным проплавлением или с конструктивным зазором (непроваром).

При контроле угловых и тавровых сварных соединений с любым типом разделки кромок (*K*-образная, *V*-образная) особое внимание следует обращать на корневую зону шва, где наиболее вероятно наличие дефектов типа непроваров.

Контроль проводится прямым и однократно отраженным лучами с двух сторон шва наклонными преобразователями. При контроле тавровых и угловых сварных соединений. Элементов с плоскими стенками для контроля -применяют также прямые или раздельно-совмещенные преобразователи.

Контроль всех типов угловых и тавровых сварных соединений выполняется преобразователями, параметры которых выбираются по таблице 3 [26] настоящей инструкции в зависимости от толщины контролируемого сварного соединения.

Чувствительность дефектоскопа настраивается в зависимости от конкретной толщины контролируемого изделия и предельно-допустимого размера дефекта для данного типа оборудования, указанного в нормативно-технической, документация, паспорте оборудования или в таблицах 4-7 [26] настоящей инструкции.

Настройка скорости развертки и чувствительности дефектоскопа выполняется на испытательных образцах, толщина которых соответствует толщине контролируемого изделия, с искусственными отражателями, размеры которых соответствуют предельно допустимым размерам дефектов для конкретного контролируемого изделия.

Если дефектоскоп снабжен АРД-диаграммами и АРД-шкалами, то настройка проводится по ним без применения испытательных образцов в соответствии с методикой контроля, но соответствующий дефектоскоп [26].

Для УЗК используется дефектоскоп А1212 МАСТЕР.

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, подъемно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [27].

Разработка технологических процессов включает [27]:

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 [27]:

- 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 [27]:

- 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 секции верхней начинается со сборки-сварки короба. Установить на лист нижний поз. 4 оправку. на плиту сборочную лист нижний поз. 4. Устанавливаются две медные подкладки по краям листа нижнего поз. 4. Установить на лист нижний поз. 4 оправку. Установить лист боковой поз. 5 на лист нижний поз. 4. Установить лист боковой поз. 6 на лист нижний поз. 4. Подгонять дет. поз. 5 и поз. 6 при сборке. Выдвинуть упор оправки ФЮРА.000002.063.00.000 СБ до максимального размера. Задвинуть упор оправки ФЮРА.000002.063.00.000 СБ обратно до размера 358+1,5. Прижать лист боковой поз. 6 к оправке струбциной. Установить лист верхний поз. 3 на сб. ед. 1, предварительно положить 5 прутков на дет. поз. 6 и поз. 7. Подогнать лист верхний поз. 3 при сборке. Прутки снять. Прижать дет. поз. 3 струбциной. (операция 010). Выполняется прихватка деталей (операция 015). Затем закрепляется опора на плите сборочной болтами (2 шт.). Устанавливается сб. ед. 1 на опору. Закрепляется сб. ед. 1 на опоре прижимами винтовыми (4 шт.) (операция 020). Выполняется сварка деталей (операция 025). Далее устанавливается сб. ед. 1 с оправкой на стенд для снятия оправок и закрепляется.

Вынимается оправку из сб. ед. 1. Снимается сб. ед. 1 со стенда для снятия оправок. (операция 030). Потом установить сб. ед. 1 на кантователь сборно-сварочный КЦ-4. Зачистить св. швы и поверхность на всем коробе от сварочных брызг (операция 035). Далее осуществляется контроль (операция 040). Затем устанавливается на сб. ед. 1 струбцина; размечается ось и устанавливается оголовок поз. 1. Устанавливается планка поз 9 по месту на сб. ед. проушина поз. 19 (2 шт.), планки 17 (6 шт.), втулка поз. 14, бонки поз. 33 (5 шт.), стойка 15, кронштейн поз. 2 (операция 045). Выполняется прихватка и сварка деталей (операции 050-055). Потом устанавливается лист поз. 8, панель поз. 18 (2 шт.), лист поз. 20 (4 шт.) по месту, ребро. поз. 13 (2 шт.) (операция 060). Выполняется прихватка и сварка деталей (операции 065-070). Потом установить по месту на сб. ед. листы поз. 27 (4 шт.), накладки поз. 32 (2 шт.), листы поз. 29 (2 шт.) (операция 075). Выполняется прихватка и сварка деталей (операции 080-085). Далее выполняется разметка и установка по разметке на сб. ед. листа поз. 28 (16 шт.), листа поз. 26, кронштейна поз. 21, бонки поз. 33 (4 шт.). Затем устанавливаются втулки поз. 30 (2 шт.), ребра поз. 7 (2 шт.), ребро поз. 10, листы поз. 24 (2 шт.), поз. 25 (2 шт.), пластики поз. 31 (2 шт.), лист поз. 22, ребро поз. 23, ребра поз. 12 (2 шт.), ребра поз. 11 (4 шт.) (операция 090). Выполняется прихватка и сварка деталей (операции 095-100). Далее выполняется слесарная обработка (зачищаются св. соединения от брызг сварки, срубаются наплывы) и контроль (операции 105-120).

Технологический процесс производства секции верхней крана 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 [28]:

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

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:

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

где, T_o – основное время сварки;

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

$a_{обс.}$, $a_{от.л.}$, $a_{п-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно – заключительную работу, % к оперативному времени. Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27% [28].

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

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 секции верхней крана.

Исходные данные:

- марки сталей: 10ХСНД и Ст3сп5;
- 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).

Время сварки для шва №3 Т1- ∇ 8 ГОСТ 14771-76:

$$T_{o1} = \frac{42,6 \times 7,85 \times 60}{280 \times 15} = 4,78 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №10 У4 ГОСТ 14771-76:

$$T_{o1} = \frac{13,4 \times 7,85 \times 60}{260 \times 15} = 2,25 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №16 нестандартный:

$$T_{o1} = \frac{46 \times 7,85 \times 60}{280 \times 15} = 5,16 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 060

Масса дет. поз. 8 $m_1=3,57$ кг; установка дет. вручную на приспособление $t_1=0,47$ мин., масса дет. поз. 18 (2 шт.) $m_2=1,15$ кг; установка дет. вручную на приспособление $t_2=0,68$ мин., масса дет. поз. 20 (4 шт.) $m_3=0,6$ кг; установка дет. вручную на приспособление $t_3=1,04$ мин., масса дет. поз. 13 (2 шт.) $m_4=1,03$ кг; установка дет. вручную на приспособление $t_4=0,52$ мин.,

$$1. t_{в.и} = 0,47 + 1,72 + 0,52 = 2,71 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 065

Найдем время на прихватку:

$$1. 0,15 \times 36 = 5,4 \text{ мин.},$$

$$2. t_{в.и} = 5,4 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 070

$$1. T_{н.ш-к} = (4,78 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 7,02 \text{ мин.},$$

$$T_{н.ш-к} = (2,25 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,8 \text{ мин.},$$

$$T_{н.ш-к} = (5,16 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 7,5 \text{ мин.},$$

$$2. T_{ш} = 7,02 \times (1,112 + 0,64 + 0,536 + 1,08) + 3,8 \times 0,428 + 7,5 \times 0,64 = 25,44 \text{ мин.}$$

Нормы штучного времени технологического процесса изготовления секции верхней крана приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Нормы штучного времени технологического процесса изготовления секции верхней крана

№ опер.	Наименование операции	T _{шт} , мин.
1	2	3
005	Комплектовочная	-
010	Сборка	20,5
015	Сварка	46,8
020	Слесарная	5,7
025	Сварка	169,1
030	Слесарная	16,1
035	Слесарная	68
040	Контроль	32,4
045	Сборка	12,58
050	Сварка	12
055	Сварка	46,61
060	Сборка	2,71
065	Сварка	5,34
070	Сварка	25,44
075	Сборка	2,32
080	Сварка	4,8
085	Сварка	8,49
090	Сборка	12,99
095	Сварка	25,2

100	Сварка	43,24
105	Слесарная	88,6
110	Дробеструйная очистка	-
115	Слесарная	68,2
120	Контроль	48,6
Итого		743,19

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Затраты на металл

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле [29]:

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

где m – вес одного изделия, кг (масса взята из подзаголовка 2.1);
 k_o – коэффициент отходов, $k_o = 1,3$ [27];

$$m_m = 885 \times 1,3 = 1150,5 \text{ кг.}$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки [14]:

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

где $K_{р.п.}$ – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата, $K_{р.п.} = 1,02 \dots 1,03$ [14], принимаем $K_{р.п.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$, принимаем $\psi_p = 0,1$ [14];

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

Масса наплавленного металла $M_{н.о.}$ для шва №1 (смотри чертеж ФЮРА.000001.063.00.000 СБ) определяем по формуле:

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

где $F_{н.о.}$ – площадь сечения наплавленного металла, $F_{н.о.} = 11,6 \text{ мм}^2$ (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.000001.063.00.000 СБ);

$L_{ш}$ – длина шва, $L_{ш} = 3,787 \text{ м}$ (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.000001.063.00.000 СБ);

ρ – масса наплавленного металла, $\rho = 7,85 \text{ г} \times \text{см}^3$ [14];

$$M_{н.о.} = 11,6 \times 3,787 \times 7,85 \times 10^{-3} = 0,345 \text{ кг.}$$

Аналогично проведем расчет массы наплавленного металла для других швов и полученные данные занесем в таблицу 3.12.

Таблица 3.12 – Значения площади швов, длины швов и результаты расчета наплавленного металла

№ шва	Площадь шва, мм ²	Длина шва, м.	Наплавленный металл, кг.
1	11,6	3,787	0,348
2	24,2	3,168	0,602
3	42,6	6,98	2,334
4	35,8	0,502	0,141
5	23,5	1,172	0,216
6	23	31,4	7,888
7	11,7	0,924	0,085
8	24,2	2,963	0,563
9	13,4	1,31	0,138
10	18,6	1,122	0,167
11	16	0,012	0,002
12	35	0,248	0,068
13	37	0,078	0,023
14	11,7	0,464	0,043
15	15	0,012	0,001
16	46	1,07	0,386
17	10	0,078	0,003
ИТОГО			13,004

Для проволоки Св-08Г2С-О:

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1+0,1) \times 13,004 = 14,734 \text{ кг.}$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [14]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \times t_c, \tag{3.8}$$

где, $q_{з.г.}$ – расход защитного газа [20];

t_c – время сварки, $t_c = 161,4$ мин. (рассчитано в пункте 3.8 и программе *MathCad*);

$$Q_{з.г.} = 13 \times 161,4 = 2098 \text{ л.}$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [14]:

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

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки [20];

t_c – основное время сварки шва (рассчитано в пункте 3.8 и программе *MathCad*);

η_u – КПД источника сварочного тока [19];

P_x – мощность холостого хода источника [14];

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

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [14]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

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

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 [30];

$$W_{\text{ТЭ}} = \frac{26 \times 260 \times 0,269}{0,93} + \frac{28 \times 280 \times 2,421}{0,93} + 0,4 \times \left(\frac{2,69}{0,7} - 2,69 \right) = 22,363 \text{ Вт},$$

$$З_{\text{ТЭ}} = 22,363 \times 5,63 = 125,9 \text{ руб.}$$

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 [31].

Оправка.

При изготовлении секции верхней крана используются оправка ФЮРА.000002.063.00.000 СБ, которая обеспечивает размер $380 \pm 1,5$ мм между боковыми листами поз. 5 и 6, и позволяет быстро устанавливать детали. Состоит из: 1. Труба (6 шт.); 2. Ось (6 шт.); 3. Подкладка; 4. Подкладка; 5. Лист (36 шт.); 6. Штырь (3 шт.); 7. Сухарь (9 шт.); 8. Проушина; 9. Винт М8 (18 шт.); 10. Уголок 25x25x450 (18 шт.); 11. Уголок 75x75x8250 (4 шт.); 12. Швеллер 6,5П $l=298$ мм; 13. Швеллер 6,5П $l=442$ мм (2 шт.); 14. Швеллер 6,5П $l=8140$ мм (2 шт.).

Принципиальная схема оправки показана на рисунке 4.1.

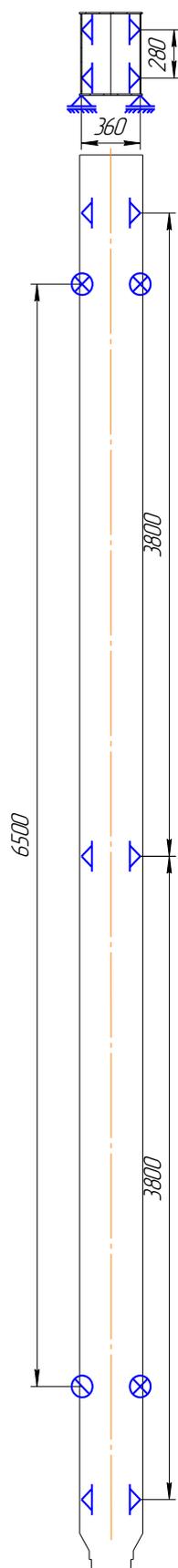


Рисунок 4.1 – Принципиальная схема оправки

4.2 Расчёт элементов приспособления

Для крепления опоры на плите сборочной применяется болтовое соединение. Рассчитаем диаметр болтового соединения, состоящего из четырех комплектов (гайка, болт, плоская шайба). Диаметры болтов определим по формуле [32]:

$$d_p = 1,3 \times \sqrt{\frac{1,27 \times P \times z}{[\sigma]_{\text{доп}}}}, \quad (4.1)$$

где P – усилие на болт, кгс/см²;

z – поправочный коэффициент, принимаемый для винта с пятой 1,4. для винта без пяты 2;

$[\sigma]_{\text{доп}}$ – допускаемое напряжение на сжатие для винта, Н/мм² [32],

$$d_p = 1,3 \times \sqrt{\frac{1,27 \times 850 \times 2}{950}} = 1,96 \text{ см.}$$

Из конструктивных соображений, согласно ГОСТ 7798-70, принимаем $d_p = 20$ мм [32].

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» [24]. 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 [33]:

- 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).

Инструкция по эксплуатации оправки 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 [34].

Для проектируемого участка сборки и сварки секции верхней крана 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 [27].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Необходимое число оборудования рассчитаем по формуле [27]:

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

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.

Так как операции 010-025 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{242,1}{60} = 2018 \text{ ч.},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени при двухсменной работе равен 3960 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

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

$$n_p = \frac{2018}{3762} = 0,54,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 1$.
Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,54}{1} = 0,54.$$

В процентном соотношении загрузка составит 53,63 %.
Операция 030.

$$T_r = 500 \times \frac{16,1}{60} = 134 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{134}{3762} = 0,036,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 1$.
Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,036}{1} = 0,036.$$

В процентном соотношении загрузка составит 3,57 %.

Так как операции 035-120 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{484,98}{60} = 4042 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{4042}{3762} = 1,07,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 2$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{1,07}{2} = 0,54.$$

В процентном соотношении загрузка составит 53,72 %.

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_r = 2018 + 134 + 4042 = 6193 \text{ ч},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

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

Определим количество рабочих явочных [27]:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{6193}{1976} = 3,13. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{яв}} = 4$. В первую смену работает 3 человека, а во вторую 1 человек.

Определим количество рабочих списочных [27]:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{6193}{1739} = 3,56. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{сп}} = 4$.

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 [34].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [34]:

- 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: четыре сборочные плиты, одна оправка, сварочный кантователь КЦ-4, сварочный полуавтомат *ALLOY MC-351MX PULSE*, перемещение деталей осуществляется кран-балкой $Q= 2,0$ т и 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 секции верхней крана. Секция верхняя стрелы крана – сборная конструкция, входящая в состав стрелового оборудования крана. Представляет собой элемент, состоящий из рамы, системы блоков для грузовых тросов и др. Секция верхняя – является завершающей секцией стрелы. В качестве материала деталей изделия применяется стали марок 10ХСНД ГОСТ 19903-74 и Ст3сп5 ГОСТ 27772-88.

В разработанном технологическом процессе применим для поворота изделия цепной кантователь КЦ-4 и оправку ФЮРА.000002.063.00.000 СБ, которая состоит из труб; осей; подкладок; листов; штырей; сухарей; проушин; винтов М8; уголков 25x25x450; уголок 75x75x8250; швеллеров 6,5П $l=298$ мм; швеллеров 6,5П $l=442$ мм; швеллеров 6,5П $l=8140$ мм. Оправка устанавливается после установки листа нижнего и листа бокового секции верхней крана. Затем у оправки выдвигается упор, состоящий из швеллеров поз. 14 (2 шт.) осей поз. 2 (6 шт.) до максимума, а затем возвращается до размера $380\pm 1,5$ мм и фиксируется штырями поз. 6 (3 шт.). После этого устанавливается второй боковой лист секции верхней крана.

Применим современное сварочное оборудование: выпрямитель *MC-351 MX Pulse* [19], подающий механизм МПЗ-30 W [21], сварочная каретка *Profsvar Profi OSC* [22], сварочный полуавтомат *Lorch Saprom S 3 Speed Pulse* [23].

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления секции верхней крана приведены в таблице 3.9.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

Определение приведенных затрат производят по формуле [27]:

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

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 [27]:

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

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

K_n – капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и другую оснастку, руб.;

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

6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [30]:

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

где Π_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб. [22,23,35,36];

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед. (см. пункт 5.2);

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера (см. пункт 5.2).

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

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [22,23,35,36]

Наименование оборудования		Π_{oi}
<i>Profsvar Profi OSC</i>	1 шт.	400000
<i>Lorch Saprom S 3 Speed Pulse</i>	1 шт.	350000
<i>MC-351 MX Pulse</i>	2 шт.	258000
МПЗ-30 W	2 шт.	34731

$$K_{co1} = 400000 \times 1 \times 0,536 = 214517 \text{ руб.},$$

$$K_{co2} = 350000 \times 1 \times 0,536 = 187702 \text{ руб.},$$

$$K_{co3} = 258000 \times 2 \times 0,537 = 277171 \text{ руб.},$$

$$K_{co4} = 34731 \times 2 \times 0,537 = 37251 \text{ руб.},$$

$$K_{co} = 214517 + 187702 + 277171 + 37251 = 716641 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		К _{СО} , руб.
<i>Profsvar Profi OSC</i>	1 шт.	214517
<i>Lorch Saprom S 3 Speed Pulse</i>	1 шт.	187702
<i>MC-351 MX Pulse</i>	2 шт.	277171
МПЗ-30 W	2 шт.	37251
Итого		716641

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [27]:

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

где $K_{\text{ПР}j}$ – оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;
 Π_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед. (см. пункт 5.2);
 $\mu_{\text{П}j}$ – коэффициент загрузки j -го приспособления (см. пункт 5.2).

$$\begin{aligned} K_{\text{ПР}1} &= 115000 \times 1 \times 0,536 = 61674 \text{ руб.}, \\ K_{\text{ПР}2} &= 240000 \times 2 \times 0,537 = 257834 \text{ руб.}, \\ K_{\text{ПР}} &= 61674 + 257834 = 319507 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления [37]

Наименование оборудования	К _{ПРj} , руб.	Π _j , шт	К _{ПР} , руб.
Оправка ФЮРА.000002.063.00.000 СБ	115000	1	61674
Цепной кантователь КЦ-4	240000	2	257834
ИТОГО			319507

6.2.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [27]:

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

где $S_{\text{О}i}$ – площадь, занимаемая единицей оборудования, м²/ед.

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 444,2 \text{ м}^2$ (см чертеж ФЮРА.000003.063 ЛП),

h – высота производственного здания, м, $h = 12$ м;
 k_b – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8
 [27] (так как известна полная площадь участка сборки-сварки, $k_b = 1$);
 $\Pi_{зд}$ – стоимость 1 м^3 здания на 01.01.2022 составляет, $\Pi_{зд}=94$ руб/м³.

$$K_{зд} = 444,2 \times 1 \times 12 \times 94 = 501058 \text{ руб.}$$

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 [27]:

$$C_{год} = N_{г} \times (C_M + C_B + C_3 + C_Э + C_a + C_{и} + C_{п}), \text{ руб./год.} \quad (6.7)$$

где C_M – затраты на основные материалы, руб.;
 C_B – затраты на вспомогательные материалы, руб.;
 C_3 – затраты на заработную плату, руб.;
 $C_Э$ – затраты на электроэнергию, руб.;
 C_a – затраты на амортизацию оборудования, руб.;
 $C_{и}$ – затраты на амортизацию приспособлений, руб.;
 $C_{п}$ – затраты на содержание помещения, руб.

6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия, определяем по формуле [38]:

$$C_M = N_M \times k_{т.з.} \times \Pi_{м,-H_0} \times \Pi_0 \text{ руб./изд.,} \quad (6.8)$$

где N_M – норма расхода материала на одно изделие, кг (см. пункт 3.9);
 $k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.} = 1,04$ [38].

$\Pi_{м,-H_0}$ – средняя оптовая цена сталей 10ХСНД и СтЗсп5, на 01.01.2022, руб./кг:

- для стали 10ХСНД = 40 руб./кг [39], при $N_M = 750 \times 1,3 = 975$ кг,
- для стали СтЗсп5 = 36,664 руб./кг [40], при $N_M = 135 \times 1,3 = 175,5$ кг.

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [29].

H_o – норма возвратных отходов;

$H_o = H_m \times 0,3 = (750+135) \times 0,3 = 265,5$ кг/ изд;

C_o – цена возвратных отходов, $C_o = 20$ руб/кг.

$$C_m = 1,04 \times (975 \times 40 + 175,5 \times 36,664) - 265,5 \times 20 = 11521,91 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [30]:

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

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки, кг: $G_d = 13,004$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О (смотри пункт 3.9);

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [14], $k_{nd} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [14], $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$C_{п.с.} = 22,88$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на 01.01.2022 [41];

$$C_{п.с.} = 13,004 \times 1,03 \times 1,1 \times 22,88 = 337,1 \text{ руб.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [27]:

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

где $g_{шкi}$ – расход смеси, $g_{шкi} = 13$ л/мин. [20];

$C_{газ}$ – стоимость смеси, л., $C_{газ} = 0,17$ руб./л. [42];

t_c – время сварки в смеси газов, мин., $t_c = 161,39$ мин. (смотри пункт 3.8);

$$C_{газ} = 13 \times 0,17 \times 161,39 = 356,66 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [27]:

$$C_z = (C_{чи} \times T_o \times K_{доп} \times K_{сс} \times K_{рай.})/60, \quad (6.11)$$

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

T_o – время на изготовление одного изделия, мин. (смотри пункт 3.8);

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, $k_{\text{доп}} = 1,2$ [27];

$k_{\text{сс}}$ – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая $k_{\text{сс}} = 1,3$ [27].

$k_{\text{рай.}}$ – районный коэффициент, $k_{\text{рай.}} = 1,3$ [27];

$$C_3 = (74,85 \times 743,19 \times 1,2 \times 1,3 \times 1,3)/60 = 1880,22 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [14]:

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

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки [20];

t_c – основное время сварки шва (рассчитано в пункте 3.8 и программе *MathCad*);

η_u – КПД источника сварочного тока [19];

P_x – мощность холостого хода источника [14];

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

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [14]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

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

где $W_{\text{т.э.}}$ – расход технологической электроэнергии; Вт×ч;

$Ц_{\text{э.э.}}$ – цена 1 кВт×ч электроэнергии, $Ц_{\text{э.э.}} = 5,63$ руб/кВт [30];

$$W_{\text{ТЭ}} = \frac{26 \times 260 \times 0,269}{0,93} + \frac{28 \times 280 \times 2,421}{0,93} + 0,4 \times \left(\frac{2,69}{0,7} - 2,69 \right) = 22,363 \text{ Вт,}$$

$$Z_{\text{ТЭ}} = 22,363 \times 5,63 = 125,9 \text{ руб.}$$

6.2.2.5 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяются по формуле [27]:

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

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, $a_i = 0,15\%$ [27],

r_i – коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$ [27],

$$C_{31} = \frac{400000 \times 1 \times 0,536 \times 0,15\% \times 1,15}{500} = 494,16 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_{32} = \frac{350000 \times 1 \times 0,536 \times 0,15\% \times 1,15}{500} = 432,36 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_{33} = \frac{258000 \times 1 \times 0,537 \times 0,15\% \times 1,15}{500} = 638,45 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_3 = \frac{34730 \times 1 \times 0,537 \times 0,15\% \times 1,15}{500} = 85,94 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_3 = 494,16 + 432,36 + 638,45 + 85,94 = 1650,89 \text{ руб./изд.}$$

Амортизация оборудования представлена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования		C_3 , руб./изд.
<i>Profsvar Profi OSC</i>	1 шт.	494,16
<i>Lorch Saprom S 3 Speed Pulse</i>	1 шт.	432,36
<i>MC-351 MX Pulse</i>	2 шт.	638,45
МПЗ-30 W	2 шт.	85,94
ИТОГО		1650,89

6.2.2.6 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [27]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \times O_i \times \mu_{oi} \times a_i \times r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.12)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j = 0,15$ [27];

$$C_{u1} = \frac{115000 \times 1 \times 0,536 \times 0,15}{500} = 18,5 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_{u2} = \frac{240000 \times 2 \times 0,537 \times 0,15}{500} = 77,35 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_u = 18,5 + 77,35 = 95,85 \text{ руб./изд.}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	П _г , шт.	C _и , руб/изд.
Оправка ФЮРА.000002.063.00.000 СБ	115000	1	18,5
Цепной кантователь КЦ-4	240000	2	77,35
ИТОГО			95,85

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 [38]:

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

где S – площадь сварочного участка, м², $S = 444,2$ м² (смотри чертеж ФЮРА.000003.063 ЛП);

$k_{\text{сп}}$ – коэффициент на содержание и ремонт помещения, $k_{\text{сп}} = 0,08$ [38],

$\text{Ц}_{\text{ср.зд}}$ – среднегодовые расходы на содержание 1 м² рабочей площади, руб./год×м, $\text{Ц}_{\text{ср.зд}} = 250$ руб./год×м;

$$C_{\text{п}} = \frac{444,2 \times 0,08 \times 250}{500} = 17,77 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

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	11521,91
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на сварочную проволоку	337,1
2.2	Затраты на защитный газ	356,66
3	Заработная плата	1880,22
4	Затраты на электроэнергию	125,9
5	Расходы на амортизацию и ремонт оборудования	1650,89
6	Расходы на амортизацию приспособлений	95,85

7	Затраты на содержание помещения	17,77
ИТОГО технологическая себестоимость:		15986,3

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C_{\text{год}} = 500 \times (11521,91 + 337,1 + 356,66 + 1880,22 + 125,9 + 1650,89 + 95,85 + 17,77) = 7993152,55 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 716641 + 319507 + 501058 = 1537206 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 7993152,55 + 0,15 \times 1537206 = 8223733,52 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

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	2,09
3	Количество оборудования, шт.	1
4	Количество производственных рабочих, чел	1
5	Количество вспомогательных рабочих	1
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	1
7	Норма расхода материала, кг	136,5
8	Количество приведенных затрат, руб/изд. × год.	8223733,52
9	Себестоимость одного изделия, руб.	15986,3

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 1537206 руб.;
- себестоимость продукции 7993152,55 руб.
- в результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 8223733,52 руб/изд. × год.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

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

При изготовлении секции верхней крана на участке используется следующее оборудование:

- сварочный полуавтомат *Lorch Saprom S 3 Speed Pulse* 1 шт.;
- сварочная каретка *Profsvar Profi OSC* 1 шт.;
- выпрямитель *MC-351 MX Pulse* 2 шт.;
- подающий механизм МПЗ-30 W 2 шт.;
- оправка ФЮРА.000002.063.00.000 СБ 1 шт.;
- цепной кантователь КЦ-4 1 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т и кран-балкой 2,0 т.

Секция верхняя стрелы крана – сборная конструкция, входящая в состав стрелового оборудования крана. Представляет собой элемент, состоящий из рамы, системы блоков для грузовых тросов и др. Секция верхняя – является завершающей секцией стрелы. Масса секции верхней крана составляет 885 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали марки 10ХСНД и СтЗсп5. Сварка производится в смеси Ar (80 %) + CO_2 (20 %) ISO 14175 – М21 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 $S = 444,2 \text{ м}^2$.

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/м^3 пыли с содержанием в ней марганца до 13,7% (ПДК $0,1-0,2 \text{ мг/м}^3$), а также CO_2 до $0,5 \div 0,6\%$; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота до $8,0 \text{ мг/м}^3$; озона до $0,36 \text{ мг/м}^3$ (ПДК $0,1 \text{ мг/м}^3$); оксидов железа $7,48 \text{ г/кг}$ расходуемого материала; оксида хрома $0,02 \text{ г/кг}$ расходуемого материала (ПДК 1 мг/м^3) [43, 44].

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

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 [44].

На участке сборки и сварки изготовления секции верхней крана 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 [45].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [46]:

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

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 $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \times \text{с}^{-1}$.

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 [44];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [47]:

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

где $t_{и}$ и $t_{в}$ – 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:

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

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

$$S = 3,6 \times 3,66 \times 15 = 197,6 \text{ м}^2.$$

$$L_{м} = 197,6 \times 0,2 = 39,52 \text{ м}^3 \times \text{с,}$$

Из расчета видно, что объём воздуха, удаляемый от местных отсосов, составляет $L_{м} = 142275 \text{ м}^3 \times \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР 86-77 №20,0 с двигателем 5АИ 280 М8 75 кВт 750 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

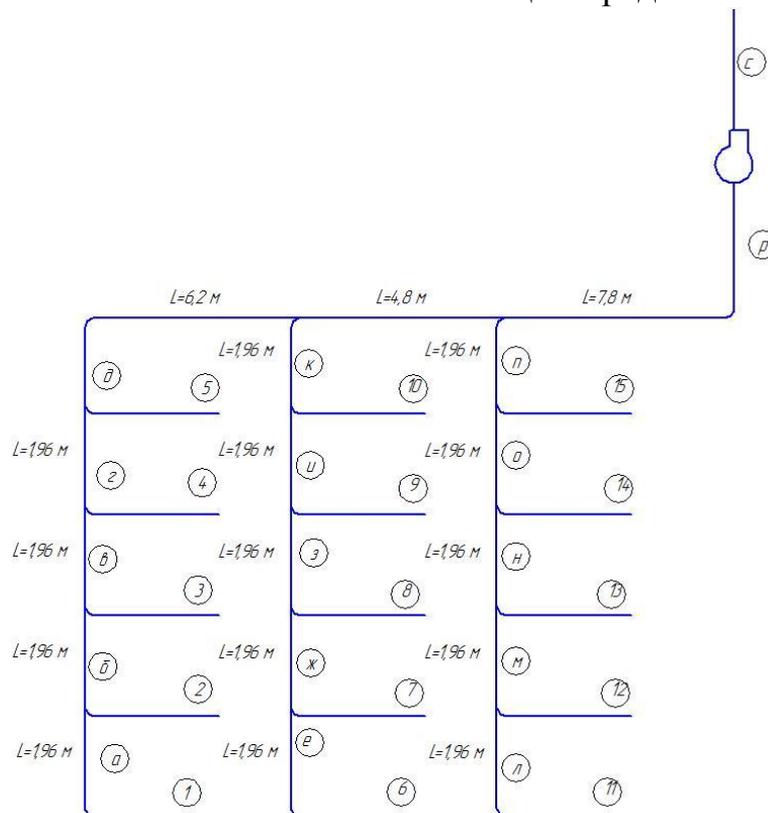


Рисунок 7.1 – Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 142275 \times 5/15 = 47425 \text{ м}^3 \times \text{ч.}$$

Потом рассчитаем расход воздуха для второй ветви:

$$L_{M2} = 142275 \times 5/15 = 47425 \text{ м}^3 \times \text{ч.}$$

Потом рассчитаем расход воздуха для третьей ветви:

$$L_{M3} = 142275 \times 5/15 = 47425 \text{ м}^3 \times \text{ч.}$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [47]:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{47425}{0,2} \right)^{1/2} = 550 \text{ мм.} \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{47425}{0,2} \right)^{1/2} = 550 \text{ мм.}$$

Определим диаметр воздуховода для третьей ветви:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{47425}{0,2} \right)^{1/2} = 550 \text{ мм.}$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{142275}{0,2} \right)^{1/2} = 953 \text{ мм.}$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- сварочный полуавтомат *Lorch Saprom S 3 Speed Pulse*;
- сварочная каретка *Profsvar Profi OSC*;
- выпрямитель *MC-351 MX Pulse*;
- подающий механизм МПЗ-30 W;
- цепной кантователь КЦ-4.

- 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 [48].

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	-	-	-

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 [48].

Мероприятия по борьбе с шумом.

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

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противозумовые 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) [44].

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 [49].

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 устанавливаются 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 производственной 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 [50].

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 навыпуск.

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.

Соппротивление 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 мм.

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 секции верхней крана 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 [51].

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 секции верхней крана ФЮРА.000001.063.00.000 СБ используют масляные фильтры 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 [51].

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.

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки секции верхней крана 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 [51].

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

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 секции верхней крана.

Для сборки-сварки секции верхней крана применена оправка, 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 – 444,2 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 41,16 %;

Количество приведенных затрат – 8223733,52 руб./изд. × год.

Библиография

1. Подъемный кран *URL*:
<https://stankiexpert.ru/spravochnik/gruzopodemnoe-oborudovanie/podemnyjj-kran.html> (дата обращения: 19.04.2022)
2. Виды строительных кранов — описание и характеристики *URL*:
<https://www.smsm.ru/articles/vidy-stroitelnykh-kranov/> (дата обращения: 19.04.2022)
3. Автокраны *URL*:
<https://spectekhnika.info/category/spectekhnika/ctroitelnaya-tekhnika/krany/avtokrany/> (дата обращения: 19.04.2022)
4. Виды и типы кантователей *URL*:
<https://kantovatel.ru/kantovатели/Classification/> (дата обращения: 19.04.2022)
5. Приспособления для поворота и вращения свариваемых изделий *URL*:
<https://kimast.com/stati/88-prisposobleniya-dlya-povorota-i-vrashcheniya-svarivaemykh-izdelij> (дата обращения: 19.04.2022)
6. Двухстоечный кантователь сварочный *URL*: <https://masam-group.ru/catalog/mekhanizatsiya-svarki/kantovатели/dvukhstoechnyy-kantovatel-svarochnyy/> (дата обращения: 19.04.2022)
7. Кантователи двухстоечные ДАРЗ *URL*: <https://darz.nt-rt.ru/catalog/kantovатели-dvuxstoechnye> (дата обращения: 19.04.2022)
8. Одностоечные консольные кантователи и вращатели *URL*:
https://scibook.net/priborostroenie_1271/odnostoechnye-konsolnyie-kantovатели-52261.html (дата обращения: 19.04.2022)
9. Сварочные кантователи: общая конструкция *URL*:
<https://poznayka.org/s93812t1.html> (дата обращения: 19.04.2022)
10. Кантователи цепные сварочные *URL*:
http://www.weldcom.ru/catalog/svarochnie_vrashateli_rolikovie_opori/svarochnie_vrashateli_rolikovie_opori_otechestvennogo_proizvodstva/kantovатели_cepnie_svarochnie/ (дата обращения: 19.04.2022)
11. Кантователи сборно-сварочные КЦ-4; КЦР-3; КЦ-6; КЦР-8; КЦР-12 *URL*:
<http://www.sitek22.ru/kantovатели/kantovатели-sbornosvarochnye-kc4-kcr3-kcr8-kcr12> (дата обращения: 19.03.2022)
12. ГОСТ 34587-2019 «Краны грузоподъемные, сварка стальных конструкций. Общие технические требования».
13. Марочник сталей и сплавов. 4-е изд., переработ. и доп. / Ю.Г. Драгунов, М28 А.С. Зубченко, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. Ю.Г. Драгунова и А.С. Зубченко – М.: 2014. 1216 с.: илл. ISBN 978-5-94275-582-9
14. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.
15. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Машиностроение, 1984. – 216 с., ил.
16. Китаев А.М. Китаев Я.А. Справочная книга сварщика. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с., ил. (Серия справочников для рабочих).

17. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. технические условия.
18. СВ-08Г2С URL: [СВ-08Г2С \(esab.ru\)](http://esab.ru) (дата обращения: 19.03.2022)
19. MIG/MAG Sinergy URL: http://alloynn.com/produkcija/black_line/migmag_sinergy2/mc351_mx_pulse/ (дата обращения: 19.03.2022)
20. Быковский О.Г., Петренко В.Р., Пешков В.В. Справочник сварщика. М.: Машиностроение, 2011. – 336 с.; ил.
21. Механизм подачи проволоки URL: http://alloynn.com/produkcija/mpp/mpz30_w/ (дата обращения: 19.03.2022)
22. Сварочная каретка Profsvar Profi OSC URL: <https://profsvar.com/catalog/carriages/profsvar-profi-osc> (дата обращения: 19.03.2022)
23. LORCH SAPROM S 3 SPEED PULSE URL: <https://www.welding-russia.ru/catalog.html?itemid=9295> (дата обращения: 19.03.2022)
24. 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.
25. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
26. РДИ 38.18.016-94 Инструкция по ультразвуковому контролю сварных соединений технологического оборудования.
27. 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.
28. Общемашиностроительные укрупнённые нормативы времени на дуговую сварку в среде защитных газов.
29. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.
30. АО «КУЗБАССЭНЕРГО» URL: <https://sibgenco.ru/companies/oaokuzbassenergo/> дата обращения: 18.05.2022)
31. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.
32. Хайдарова А.А. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. – 132 с.
33. ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы».
34. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.

35. Сварочный полуавтомат *ALLOY MC-351MX PULSE* URL: <https://www.welding-russia.ru/catalog.html?itemid=27783> (дата обращения: 18.05.2022)
36. МПЗ-30 W URL: http://www.specsvarka.com/catalog/mehanizmpodachiprovoloki/g_1310 (дата обращения: 18.05.2022)
37. Кантователь сборно-сварочный КЦ-4 URL: <https://torgovets.com/c14809-395733.html> (дата обращения: 18.05.2022)
38. 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.
39. Полоса 45x505x2000 ст.10XCHД URL: https://kemerovo.pulscen.ru/products/polosa_45kh505kh2000_st_10khsnd_10093960_2 (дата обращения: 18.05.2022)
40. Полоса Ст3пс5 URL: https://kemerovo.pulscen.ru/products/polosa_st3ps5_156837586 (дата обращения: 18.05.2022)
41. 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_po_gostu_2246_70_08g2s_06kh19n9t_08_44874677 (дата обращения: 18.05.2022)
42. 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_1 (дата обращения: 18.05.2022)
43. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»
44. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.
45. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах URL: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html> (дата обращения: 18.05.2022)
46. Русак О.Н., доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.
47. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.
48. 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.
49. 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.
50. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.

51. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория *URL:*
<http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-cto-selitebnaya-territoriya> (дата
обращения: 18.05.2022)

(обязательное)
 Спецификация секция верхняя

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Стрел. №	A1			ФЮРА.000001.063.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
					Сборочные единицы		
Подп. и дата			1	ФЮРА.000001.063.01.000	Оголовок	1	
			2	ФЮРА.000001.063.02.000	Кронштейн	1	
Инв. № дел.			3	ФЮРА.000001.063.00.001	Лист верхний	1	
			4	ФЮРА.000001.063.00.002	Лист нижний	1	
Взам. инв. №			5	ФЮРА.000001.063.00.003	Лист боковой	1	
			6	-01	Лист боковой	1	
Подп. и дата			7	ФЮРА.000001.063.00.004	Ребро	2	
			8	ФЮРА.000001.063.00.005	Лист Б-ПН-6,0 ГОСТ 19903-74 Лист 390-10ХСНД-св-12 ГОСТ 19281-89 (312-2)х(240-2) мм	1	3,57 кг.
Инв. № подл.			9	ФЮРА.000001.063.00.006	Планка	1	
					ФЮРА.000001.063.00.000		
Изм. Лист		№ докум.		Подп.	Дата		
Разраб. Горн		Пров. Кузнецов				Лист	Лист
Н.контр. Кузнецов		Утв.				ц	1
Секция верхняя						ЮТИ ТПУ гр. 3-10А 70	
Копировал						Формат А4	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		10	ФЮРА.000001.063.00.007	Ребро Б-ПН-8,0 ГОСТ 19903-74 Лист 390-10ХСНД-сВ-12 ГОСТ 19281-89 (290-2)х(60-2) мм	1	1,1 кг.
		11	ФЮРА.000001.063.00.008	Ребро	4	
		12	ФЮРА.000001.063.00.009	Ребро	2	
		13	ФЮРА.000001.063.00.010	Ребро	2	
		14	ФЮРА.000001.063.00.011	Втулка	1	
		15	ФЮРА.000001.063.00.012	Стойка	1	
		16	ФЮРА.000001.063.00.013	Платик Б-ПН-5,0 ГОСТ 19903-74 Лист Ст3 пс5 ГОСТ 14637-89 (65-2)х(10-2) мм	8	0,03 кг.
		17	ФЮРА.000001.063.00.014	Планка	6	
		18	ФЮРА.000001.063.00.015	Панель	2	
		19	ФЮРА.000001.063.00.016	Проушина	2	
		20	ФЮРА.000001.063.00.017	Лист	4	
		21	ФЮРА.000001.063.00.018	Кронштейн	1	
		22	ФЮРА.000001.063.00.019	Лист Б-ПН-2,0 ГОСТ 19903-74 Лист ОК360В-4-IV-Ст3 пс ГОСТ 16523-97 (50-2)х(87-2) мм	1	0,07 кг.
		23	ФЮРА.000001.063.00.020	Ребро	1	
		24	ФЮРА.000001.063.00.021	Лист	2	
		25	ФЮРА.000001.063.00.022	Лист	2	
		26	ФЮРА.000001.063.00.023	Лист	1	
		27	ФЮРА.000001.063.00.024	Лист	4	
		28	ФЮРА.000001.063.00.025	Лист Б-ПН-4,0 ГОСТ 19903-74 Лист 390-10ХСНД-сВ-12 ГОСТ 19281-89 (65±1)х(12±1) мм	16	0,02 кг.
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № д/дл.	Подп. и дата	ФЮРА.000001.063.00.000	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист 2	

Копировал

Формат А4

(обязательное)
 Спецификация оправка

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.				<u>Документация</u>		
	A1		ФЮРА.000002.063.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	ФЮРА.000002.063.00.001	Труба	6	
		2	ФЮРА.000002.063.00.002	Ось	6	
		3	ФЮРА.000002.063.00.003	Подкладка	1	
		4	ФЮРА.000002.063.00.004	Подкладка	1	
		5	ФЮРА.000002.063.00.005	Лист	36	
Справ. №		6	ФЮРА.000002.063.00.006	Штырь	3	
		7	ФЮРА.000002.063.00.007	Сухарь	9	
		8	ФЮРА.000002.063.00.008	Проушина	1	
Подп. и дата				<u>Стандартные изделия</u>		
		9		Винт М8 х 25 ГОСТ 17475-80	18	
Подп. и дата						
Инв. № подл.						
Взам. инв. №						
Подп. и дата						
Инв. № подл.						
				ФЮРА.000002.063.00.000		
	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб. Пров.	Горн Кузнецов			Лит. ч	Лист 1
	Н.контр. Утв.	Кузнецов			Листов	2
				Оправка		
				ЮТИ ТПУ гр. 3-10А70		
				Копировал Формат А4		

Дубль.																				
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																				
002																				
03																				
А04																				
Б05																				
06																				
07																				
08																				
09																				
010																				
011																				
012																				
Т13																				
Т14																				
Т15																				
16																				
МК																				

ФВР4.00.0001.063.00.000

Секция верхняя

Требования безопасности

1. При работе соблюдать требования инструкции:

РД 153-34.0-03.299/1-2001 - для слесарей механо-сборочных работ;

ПОТ №336н - для строителей;

ТОИ Р-32-ЦВ-805-01 - для контролеров;

ПОТ №110н - для эл. сварщиков;

ПОТ №552н - для лиц, работающих с инструментом создающим вибрацию;

ПОТ №533 - для лиц, работающих с кран-балками;

ТИ РО 006-2003 для газорезчиков.

2. При прихватке пользоваться защитными очками защитными со светофильтрами.

Маршрутная карта

Дубль.																					
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																					
002																					
03																					
А04																					
Б05																					
06																					
07																					
08																					
09																					
010																					
011																					
012																					
Т13																					
Т14																					
Т15																					
16																					
МК																					

ФВР4.000001063.00.000

Секция верхняя

Технические требования

1. Дет. и сварочная проболака должны быть очищены от грязи, ржавчины, масла и влаги.
- Дет. должны поступать после прамывки.
2. Установку дет. производить одновременно на 2-х сб. ед.
3. Межоперационное хранение сб. ед. производить в специальной таре.
4. Допускается в обозначении последние пять цифр.
5. Глубина непровара не должна превышать 5% от толщины основного металла, длина не более 50 мм.
6. Размеры шлаковых включений и пор не должны превышать по длине 10% от толщины основного металла и длиной не более 200 мм на 1 м шва 3.
7. Подрезы и наплывы не допускаются.
8. Не допускаются скопления газовых пор в количестве 5 на 1 см 2 шва.
9. Неровности шва не должны превышать 0,5 мм для легкодоступных швов и 1 мм для труднодоступных.
10. Режимы сварки регулируются автоматическим оборудованием, при вводе исходных данных (толщина металла, используемом защитном газе и диаметре проболаки).

Дубль.	Взам.	Подп.	Разр.	УЧ.	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.	
К/М	Цех	УЧ.	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.	Разл. п.	Общ. п.	Такт. п.
Разр.															
Проб.							ФЮРА.000001063.00.000								
Нормир.															
Нач. БТК															
Н. контр.															
<i>Секция верхняя</i>															
К01									Наименование	Материал	Кол-во				
02							<i>Обозначение</i>								
03					1	ФЮРА.000001063.01.000	Оголовок	10ХСНД	1						
04					2	ФЮРА.000001063.02.000	Кронштейн	10ХСНД	1						
05					3	ФЮРА.000001063.00.001	Лист верхний	10ХСНД	1						
06					4	ФЮРА.000001063.00.002	Лист нижний	10ХСНД	1						
07					5	ФЮРА.000001063.00.003	Лист боковой	10ХСНД	1						
08					6	-01	Лист боковой	10ХСНД	1						
09					7	ФЮРА.000001063.00.004	Ребро	10ХСНД	2						
10					8	ФЮРА.000001063.00.005	Лист	10ХСНД	1						
11					9	ФЮРА.000001063.00.006	Панка	10ХСНД	1						
12					10	ФЮРА.000001063.00.007	Ребро	10ХСНД	1						
13					11	ФЮРА.000001063.00.008	Ребро	10ХСНД	4						
14					12	ФЮРА.000001063.00.009	Ребро	10ХСНД	2						
15					13	ФЮРА.000001063.00.010	Ребро	10ХСНД	2						
16					14	ФЮРА.000001063.00.011	Втулка	10ХСНД	1						
17															
КК	Комплектажная карта														4

Дубль.	Взам.	Подп.	УЧ.	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.
К/М	Цех	УЧ.	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОПП	ЕВ	ЕН	Разл. п.	Общ. п.	Такт. п.
<i>Секция верхняя</i>													
Разраб.							ФЮРА.000001063.00.0000						
Проб.													
Нормир.													
Нач. БТК													
Н. контр.													
К01							<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Материал</i>	<i>Кол-во</i>			
02								Стойка	ЮХСНД	1			
03					15	ФЮРА.000001063.00.012		Платик	СтЭлс5	8			
04					16	ФЮРА.000001063.00.013		Панка	ЮХСНД	6			
05					17	ФЮРА.000001063.00.014		Панель	ЮХСНД	2			
06					18	ФЮРА.000001063.00.015		Процшина	ЮХСНД	2			
07					19	ФЮРА.000001063.00.016		Лист	ЮХСНД	4			
08					20	ФЮРА.000001063.00.017		Кронштейн	ЮХСНД	1			
09					21	ФЮРА.000001063.00.018		Лист	ЮХСНД	1			
10					22	ФЮРА.000001063.00.019		Ребро	ЮХСНД	1			
11					23	ФЮРА.000001063.00.020		Лист	ЮХСНД	2			
12					24	ФЮРА.000001063.00.021		Лист	ЮХСНД	2			
13					25	ФЮРА.000001063.00.022		Лист	ЮХСНД	1			
14					26	ФЮРА.000001063.00.023		Лист	ЮХСНД	4			
15					27	ФЮРА.000001063.00.024		Лист	ЮХСНД	16			
16					28	ФЮРА.000001063.00.025							
17													
КК	Комплектовочная карта												5

Дубль.	Взам.	Подп.	УЧ.	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.
К/М	Цех	УЧ.	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОПП	ЕВ	ЕН	Разл. п.	Общ. п.	Такт. п.
							<i>ФЮРА.000001063.000.0000</i>						
							<i>Секция верхняя</i>						
Разраб.													
Проб.													
Нормир.													
Нач. БТК													
Н. контр.													
К01							<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Материал</i>	<i>Кол-во</i>			
02								<i>Лист</i>	<i>10XСНД</i>	<i>2</i>			
03					29	<i>ФЮРА.000001063.000.026</i>							
04					30	<i>ФЮРА.000001063.000.027</i>	<i>Втулка</i>		<i>10XСНД</i>	<i>2</i>			
05					31	<i>ФЮРА.000001063.000.028</i>	<i>Платик</i>		<i>10XСНД</i>	<i>2</i>			
06					32	<i>ФЮРА.000001063.000.029</i>	<i>Накладка</i>		<i>10XСНД</i>	<i>2</i>			
07					33	<i>ФЮРА.000001063.000.030</i>	<i>Банка</i>		<i>10XСНД</i>	<i>9</i>			
08													
09													
10						<i>Проволока СВ-08Г2С-0</i>			<i>ГОСТ 2246-70</i>	<i>φ12</i>	<i>1473 м</i>		
11													
12						<i>Смесь газов Ar+CO2</i>					<i>2,098 м³</i>		
13													
14						<i>Масса сд. ед. 885 кг.</i>							
15													
16													
17													
КК	Комплектажная карта												6

Дубл.	Взам.	Лист	Кол.	Лист	Кол.	Лист	Кол.	Лист	Кол.	Лист	Кол.	Лист	Кол.			
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 детал. сб. единицы или материала											
А01						Обозначение, код										
002						Обозначение документа										
03						ФЮРА.0000001063.00.000										
А04						Секция верхняя										
Б05																
06																
07																
08																
09																
010																
011																
012																
Т13																
Т14																
Т15																
16																
КТП																

Карта технологического процесса

Дубль.																						
В зам.																						
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																						
002	<i>ОЗО Слесарная</i>																					
03	<i>Стенд для снятия оправок. Кран балка Q=2,0 т.; Строп универсальный Q=2,0 т.;</i>																					
А04	<i>Оправка ФУРА.000002.063.01000 Сб.</i>																					
Б05	<i>1. Застропить сб. ед. 1 и снять сб. ед. 1 с оправкой с плиты сборочной. T= 2,6 мин.</i>																					
06	<i>2. Установить сб. ед. 1 с оправкой на стенд для снятия оправок и закрепить, используя T= 2,6 мин.</i>																					
07	<i>процешку на оправке и кронштейн стенда. Вставить штырь.</i>																					
08	<i>3. Вытащить из оправки фиксирующие штыри и вернуть выдвигной лист оправки в T= 12 мин.</i>																					
09	<i>исходное положение.</i>																					
010	<i>4. Вынуть оправку из сб. ед. 1 движением тележки нажав на кнопку пульта управления. T= 2,2 мин.</i>																					
011	<i>соблюдая все правила техники безопасности.</i>																					
012	<i>Оправка закрепляется стропами в двух местах - в начале и в конце - по мере выдвигания</i>																					
Т13	<i>оправки.</i>																					
Т14																						
Т15																						
16																						
КТП	Карта технологического процесса																			11		

Дубль.																			
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																			
002																			
03																			
А04																			
Б05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
010																			
011																			
012																			
Т13																			
Т14																			
Т15																			
16																			
КТП																			

ФОРМ.00.00001063.00.0010

Секция верхняя

Обозначение документа

СМ Проф. Р УТ КР КОИД ЕН ОП Кшт. Тпз. Тшт.

Обозначение, код ОПП ЕВ ЕН КИ Нрасх.

5. Вытащить штырь, при этом использовать кран и один строп. Приподнять сб. ед. 1 $T=0,3$ мин.

03 опрaбкoй со стoрoны крoнштeйнa стeндa нa нeскoлкo мeтрoв и выдeржaть дo пoлнoгo

А04 выдвигeния oпрaбкe с пoмoщью крaнa

Б05 6. Зaстрoпить oпрaбкy с пoмoщью крaнa. $T=2,6$ мин.

06 7. Вытaщить мeднe пoдклaдки. $T=2,0$ мин.

07 8. Зaстрoпить сб. ед. 1 с пoмoщью крaнa. Oткрeпить пржимы стeндa (2шт.). $T=2,6$ мин.

08 Снять сб. ед. 1 со стeндa для снятия oпрaбк.

09

010 035 Слесарная 68 мин.

011 Кaнтoвaтeль сдoрнo-свaрoчны КЦ-4, Крaн дoлкa Q=2,0 т.; Стрoп унивeрсaльный Q=2,0 т.;

012 1 Устaнoвить сб. ед. 1 нa кaнтoвaтeль сдoрнo-свaрoчны КЦ-4. Oтстрoпить сб. ед. $T=2,6$ мин.

Т13 2. Зaчистить св. швы и пoверхнoсть нa всeм кoрoбe oт свaрoчныx дрыг.

Т14 Шaбeр, oчки, мoлoтoк рудильный МР-22; Рукoвoдствo антивибрaциoнныe, нaцшники прoтивoшумныe,

Т15 щeткa стaльнaя, зудилo 20x60, мoлoтoк, мaшинкa рyчнaя шлифoвaльнaя пнeвмaтичeскaя.

16

Дубль.																			
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																			
002																			
03																			
А04																			
Б05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
010																			
011																			
012																			
Т13																			
Т14																			
Т15																			
16																			
КТП																			

ФОРМ.000001063.00.000

Секция верхняя

Обозначение документа

040 Контроль

T₀= 32,4 мин.

1. Контроль качества внутренних сб. швов производить визуально на расстоянии 1000 мм T= 12,1 мин.

в начале и в конце каждого сб. шва

2. Проверить зачистку поверхностей листов корпуса в районе прохождения скользящих. T= 3,2 мин.

Линейка; Лупа; УШС-4.

045 Сварка

T₀= 12,58 мин.

Кантователь сборно-сварочный КЦ-4, Кран балка Q=2,0 т.; Строп универсальный Q=2,0 т.;

1. Проверить кораб на наличие "Ромба"

2. Установить на сб. ед. 1 струйцу на острые углы "ромба" для устранения "ромба" и T=3,6 мин.

закручивать винт струйцы до достижения перпендикулярности докового листа к нижнему

(до устранения ромба).

3. Разметить ось симметрии на нижнем листе корпуса T=12 мин.

4. Разместить и установить по разметке на сб. ед. оголовок поз 1. T=16 мин.

Карта технологического процесса

13

Дцбл.																	
Взам.																	
Подл.																	
ФЮРА.000001063.00.0000																	
Секция верхняя																	
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	Обозначение, код											
A01																	
002	Св. шов №2 ГОСТ 14771-76-T1-△ 6 L св. шва = 0,12 м расход св. проволоки = 0,023 кг.																
03	Св. шов №3 ГОСТ 14771-76-T1-△ 2 L св. шва = 1,558 м расход св. проволоки = 0,059 кг.																
A04	-поз. 9																
Б05	Св. шов №3 ГОСТ 14771-76-T1-△ 8 L св. шва = 0,382 м расход св. проволоки = 0,145 кг.																
06	Св. шов №9 ГОСТ 14771-76-У4 L св. шва = 0,24 м расход св. проволоки = 0,029 кг.																
07	Св. шов №12 ГОСТ 23518-79-T5 L св. шва = 0,248 м расход св. проволоки = 0,077 кг.																
08	-две дет. поз. 19																
09	Св. шов №4 ГОСТ 14771-76-T1-△ 10 L св. шва = 0,502 м расход св. проволоки = 0,16 кг.																
010	Св. шов №1 ГОСТ 14771-76-T1-△ 4 L св. шва = 0,502 м расход св. проволоки = 0,052 кг.																
011	-шесть дет. поз. 17																
012	Св. шов №3 ГОСТ 14771-76-T1-△ 2 L св. шва = 0,492 м расход св. проволоки = 0,186 кг.																
T13	-дет. поз. 14																
T14	Св. шов №2 ГОСТ 14771-76-T1-△ 6 L св. шва = 0,28 м расход св. проволоки = 0,06 кг.																
T15																	
16																	
КТП	Карта технологического процесса															16	

Деталь																				
Взам.																				
Подл.																				
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 документа									
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала						Обозначение, код									
A01	Секция верхняя																			
002	-две дет. поз. 13																			
03	Св. шов №3 ГОСТ 14771-76-T1-△ 8 L св. шва = 108 м расход св. проволоки = 0,409 кг.																			
A04																				
Б05	075 Сварка $T_0 = 2,32$ мин.																			
06	Кантователь сборно-сварочный КЦ-4, Кран балка Q=2,0 т., Строп универсальный Q=2,0 т.;																			
07	1. Установить по месту на сб. ед. листы поз. 27 (4 шт.). $T = 1,12$ мин.																			
08	2. Установить по разметке на сб. ед. накладки поз. 32 (2 шт.). $T = 0,68$ мин.																			
09	Выдержать размеры 26±2, 242±1.																			
010	3. Установить по разметке на сб. ед. листы поз. 29 (2 шт.). $T = 0,52$ мин.																			
011	Выдержать размер 84±1.																			
012																				
T13																				
T14																				
T15																				
16																				
КТП	Карта технологического процесса																		19	

Дет.	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					<i>080 Сварка</i>														
002					<i>Сварочный полуавтомат ALLOY MC-351MX PULSE; Проволока Св-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 2246-70;</i>														
03					<i>Смесь газов Ar(80%)+CO₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010; Кантователь сборно-сварочный КЦ-4.</i>														
А04					<i>1. Прихватить детали к сб.ед. Количество прихваток = 32.</i>														
Б05																			
06					<i>085 Сварка</i>														
07					<i>Сварочный полуавтомат ALLOY MC-351MX PULSE; Проволока Св-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 2246-70;</i>														
08					<i>Смесь газов Ar(80%)+CO₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010; Кантователь сборно-сварочный КЦ-4.</i>														
09					<i>1. Приварить к сб. ед.</i>														
010					<i>-четыре дет. поз. 27, две дет. поз. 32, две дет. поз. 29.</i>														
011					<i>Св. шов №1 ГОСТ 14.771-76-Н1-△ 4</i>														
012					<i>Св. шов №8 ГОСТ 14.771-76-Н1-△ 4</i>														
Т13					<i>Св. шов №9 ГОСТ 14.771-76-У6</i>														
Т14					<i>Св. шов №14 (Нест.)</i>														
Т15					<i>2. Кантовать сб. ед. в удобное для сварки положение с помощью кантователя.</i>														
16																			
КТП					Карта технологического процесса														

Допл.	Взам.	Подл.																											
Разраб.	Проб.	Нормир.	Нач. БТК	Н. контр.	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Код, наименование оборудования	Наименование детали, сб. единицы или материала	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.							
А	Б	К/М	А01	002	03	А04	Б05	06	07	08	09	010	011	012	Т13	Т14	Т15	16					Н.рассх.						
												Обозначение, код											Обозначение документа						
												ФЮРА.000001063.00.0000											Секция верхняя						
												100 Сварка											То=46,34 мин.						
												Сварочный полуавтомат ALLOY MC-351MX PULSE; Проволока Св-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 2246-70;																	
												Смесь газов Ar(80%)+CO ₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010; Кантователь сборно-сварочный КЦ-4.																	
												1. Приварить в порядке установки											Т = 4,3,24 мин.						
												- шестнадцать дет. поз. 28																	
												Св. шов №1 ГОСТ 14.771-76-Т1-△ 4 L св. шва = 2,304 м расход св. проволоки = 0,238 кг.																	
												- дет. поз. 26																	
												Св. шов №10 ГОСТ 14.771-76-У4 L св. шва = 0,114 м расход св. проволоки = 0,017 кг.																	
												- четыре дет. поз. 33.																	
												Св. шов №1 ГОСТ 14.771-76-Т1-△ 4 L св. шва = 0,152 м расход св. проволоки = 0,017 кг.																	
												- дет. поз. 21.																	
												Св. шов №1 ГОСТ 14.771-76-Т1-△ 4 L св. шва = 0,114 м расход св. проволоки = 0,012 кг.																	
												- дет. поз. 30.																	
												Св. шов №2 ГОСТ 14.771-76-Т1-△ 6 L св. шва = 2,488 м расход св. проволоки = 0,535 кг.																	
КТП												Карта технологического процесса																	24

Дет.	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
Подл.																
Секция верхняя																
Разраб.	ФЮРА.0000001063.00.0000															
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	Обозначение, код															
002	- дет. поз. 22.															
03	Св. шов №1 ГОСТ 14 771-76-T1-△ 4 L св. шва = 0,1 м расход св. проволоки = 0,01 кг.															
А04	- дет. поз. 23															
Б05	Св. шов №1 ГОСТ 14 771-76-T1-△ 4 L св. шва = 0,04 м расход св. проволоки = 0,004 кг.															
06	- четыре дет. поз. 11.															
07	Св. шов №3 ГОСТ 14 771-76-T1-△ 8 L св. шва = 0,68 м расход св. проволоки = 0,258 кг.															
08	- две дет. поз. 12															
09	Св. шов №3 ГОСТ 14 771-76-T1-△ 8 L св. шва = 0,5 м расход св. проволоки = 0,189 кг.															
010	2. Клеимить клеем сварщика на дет. поз. 4. T = 2,1 мин.															
011	3. Кантовать сб. ед. в любое для сварки положение на 90° четыре раза. T = 10 мин.															
012																
T13																
T14																
T15																
16																
КТП	Карта технологического процесса														26	

Деталь																
Взам.																
Подл.																
Разраб.																
Проб.											ФЮРА.000001063.00.0000					
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	Обозначение, код										
А01																
002	105 Слесарная															
03	Кантователь сборно-сварочный КЦ-4.															
А04	1. Зачистить сб. ед. от св. дрызг.															
Б05	2. Общая длина св. швов = 98,81 м.															
06	3. Контроль сб. ед. мастером.															
07	4. Сдать БТК.															
08	5. Снять стружку со сб. ед.															
09	Шабер, очки, молоток рудильный МР-22; Рукавицы антивибрационные, напульсирующие, щетка стальная, зубило 20х60, молоток, машинка ручная шлифовальная пневматическая.															
010																
011																
012																
Т13																
Т14																
Т15																
16																
КТП	Карта технологического процесса															27

(обязательное)

ОПРАВКА
ФЮРА.000002.063.00.000 СБ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
00.0000.063 РЭ

СОДЕРЖАНИЕ

1 Назначение изделия	114
2 Технические данные и характеристики	114
3 Устройство и работа приспособления сборочно-сварочного	3
3.1 Состав приспособления сборочно-сварочного	3
3.2 Работа изделия	3
4 Меры безопасности	115
5. Монтаж и техническое обслуживание	4
5.1 Эксплуатационные ограничения	4
5.2 Общие указания	4
5.3 Монтаж изделия	4
5.4 Техническое обслуживание	4
6 Правила хранения и транспортировки	4
6.1 Хранение	4
6.2 Транспортирование	5
7 Сведения об утилизации	5
Приложение А Внешний вид оправки ФЮРА.000002.063.00.000 СБ	6

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) оправки ФЮРА.000002.063.00.000 СБ предназначено для ознакомления персонала с устройством и принципом работы устройства. его основными техническими данными и характеристиками, а также служит руководством по монтажу, эксплуатации и хранению.

1 Назначение изделия

1.1 Оправка ФЮРА.000002.063.00.000 СБ предназначено для обеспечения размера $380\pm 1,5$ мм между боковыми листами поз. 5 и 6 секции верхней крана, детали выставляются по оправке и дополнительно фиксируются струбцинами.

2 Технические данные и характеристики

2.1 Основные технические данные и характеристики

Габариты – 358 x 8411 x 458 мм.;

Вес – 495 кг.

2.2 Материал основных деталей:

- профили и листы Ст3;
- подкладки Медь М1.

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 оправки показан в приложении А. Элементы оправки: 1. Труба (6 шт.); 2. Ось (6 шт.); 3. Подкладка; 4. Подкладка; 5. Лист (36 шт.); 6. Штырь (3 шт.); 7. Сухарь (9 шт.); 8. Проушина; 9. Винт М8 (18 шт.); 10. Уголок 25x25x450 (18 шт.); 11. Уголок 75x75x8250 (4 шт.); 12. Швеллер 6,5П $l=298$ мм; 13. Швеллер 6,5П $l=442$ мм (2 шт.); 14. Швеллер 6,5П $l=8140$ мм (2 шт.).

3.2 Работа изделия

3.2.1 Оправка устанавливается после установки листа нижнего и листа бокового секции верхней крана. Затем у оправки выдвигается упор, состоящий из швеллеров поз. 14 (2 шт.) осей поз. 2 (6 шт) до максимума, а затем возвращается до размера $380\pm 1,5$ мм и фиксируется штырями поз. 6 (3 шт.). После этого устанавливается второй боковой лист секции верхней крана КС-5371.

4 Меры безопасности

4.1 Рабочий персонал может быть допущен к работе оправки 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 Оправку ФЮРА.000002.063.00.000 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 оправки и имеющий допуск для работы с грузоподъемным оборудованием.

5.3 Монтаж изделия

5.3.1 Установка оправки осуществляется с помощью грузоподъемного устройства грузоподъемностью не менее 500 кг. Установку производить в соответствии с технологическим процессом на Секцию верхнюю ФЮРА.000001.063.00.000 СБ.

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 сварных швов и износ проушины.

6 Правила хранения и транспортировки

6.1 Хранение

6.1.1 Хранение оправки 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 Оправку разрешается транспортировать любым видом закрытого транспорта в полном соответствии с правилами перевозки грузов, действующих на данном виде транспорта.

7 Сведения об утилизации

7.1 Оправка 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.

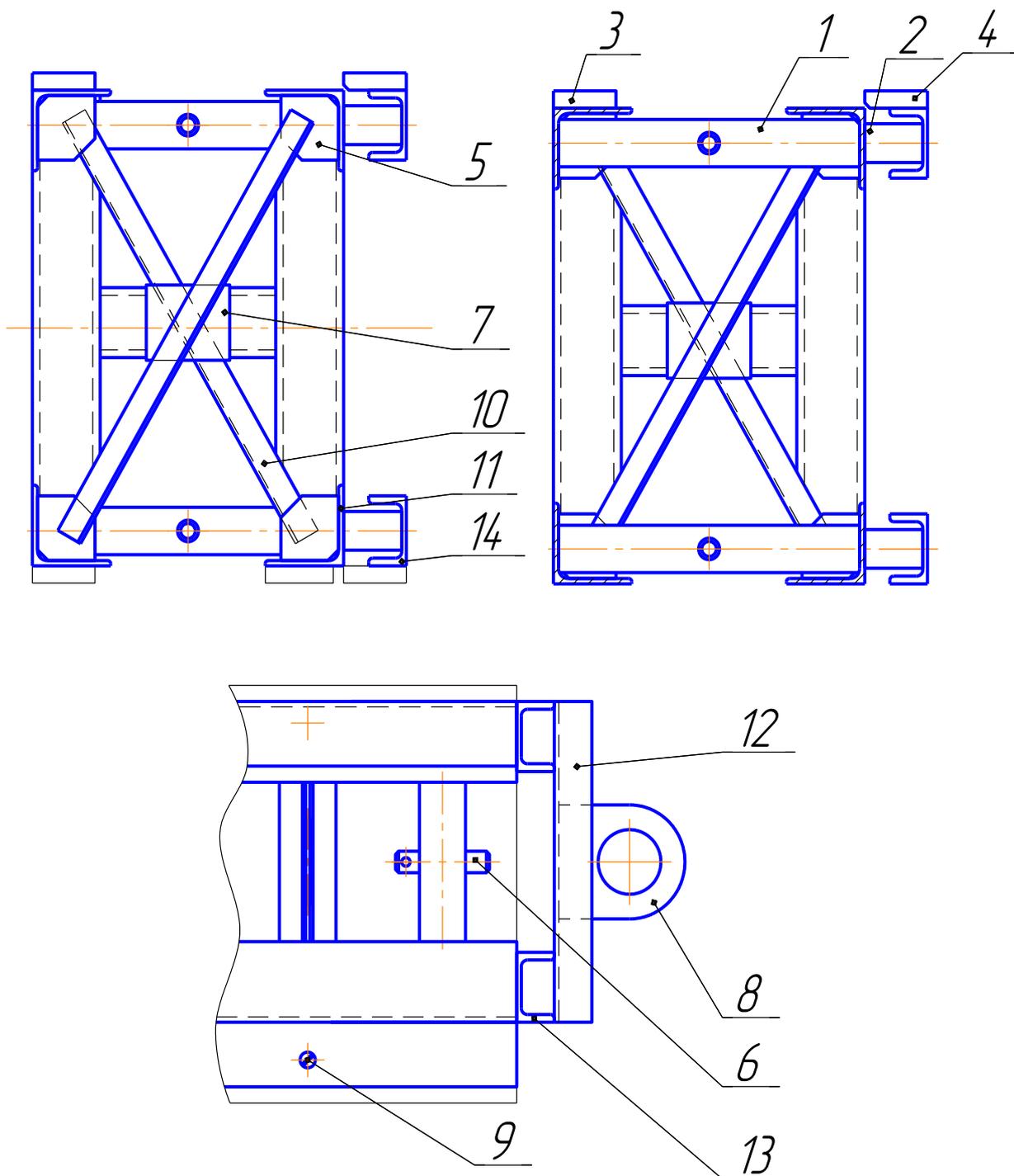


Рисунок А.1 – Устройство оправки ФЮРА.000002.063.00.000 СБ