

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



Институт Юргинский технологический институт  
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»  
Кафедра «Сварочное производство»

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ И УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ СЕКЦИИ ВЕРХНЕЙ СТРЕЛЫ КРАНА КС-55722</b>

УДК 621.873.1-2.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А20	Стойко Е. В.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СП	Колмогоров Д. Е.	К.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Специалист по УМР кафедры СП	Павлов Н. В.	-		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Экономист ООО «ПроСнаб»	Шиков В. П.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедры БЖДЭиФВ	Солодский С. А.	К.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Сапожков С. Б.	Д.т.н., доцент		

Юрга – 2017 г.

*Планируемые результаты обучения по ООП*

Код результат ов	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

Код результат ов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 3-10А20

Стойко Е.В.

Руководитель ВКР

Колмогоров Д.Е.

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

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение» профиль

«Оборудование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломный проект

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А20	Стойко Евгению Владимировичу

Тема работы:

Разработка технологии, проектирование оснастки и участка сборки-сварки секции верхней стрелы крана КС-55722

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

30.01.2017 г. № 14/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

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

Материалы преддипломной практики

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <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></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзор литературы.</li> <li>2. Объект и методы исследования.</li> <li>3. Результаты проведенного исследования.</li> <li>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</li> <li>5. Социальная ответственность.</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ФЮРА.КС-55722.310.274.00.00 СБ Секция верхняя 2 листа (А1).</li> <li>2. ФЮРА.000001.274.00.000 ВО Стенд для автоматической сварки 2 листа (А1).</li> <li>3. ФЮРА.000001.274 ЛП План участка 1 лист (А1).</li> <li>4. ФЮРА.000002.274 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1).</li> <li>5. ФЮРА.000003.274 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1).</li> <li>6. ФЮРА.000004.377 ЛП Техно-экономические показатели 1 лист (А1).</li> <li>7. Технологическая схема сборки и сварки изделия.</li> </ol>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Колмогоров Д. Е.
Социальная ответственность	Солодский С. А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шиков В. П.

**Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:**


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

--	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СП	Колмогоров Д. Е.	К.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А20	Стойко Е. В.		

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



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 150700 «Машиностроение» профиль

«Оборудование и технология сварочного  
производства» Кафедра «Сварочное производство»

Период выполнения (весенний семестр 2016 – 2017 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы: 14.06.2017

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.02.2017	Обзор литературы	20
17.03.2017	Объекты и методы исследования	20
17.04.2017	Расчеты и аналитика	20
17.05.2017	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
13.06.2017	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СП	Колмогоров Д. Е.	К.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Сапожков С. Б.	Д.т.н., доцент		

Юрга – 2017 г.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-10A20	Стойко Е. В.

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	«Машиностроение»

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

*Оценка стоимости производства по базовому технологическому процессу секции верхней стрелы крана КС-55722*

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

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

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

*При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию*

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Экономист ООО «ПроСнаб»	Шиков В. П.	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A20	Стойко Е. В.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-10А20	Стойко Е. В.

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высш ее	Направление/специальность	«Машиностроение»

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки секции верхней стрелы крана КС-55722 на предмет возникновения:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения);</li> <li>- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы);</li> <li>- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу);</li> <li>- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).</li> </ul>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.4.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. Правила устройства электроустановок. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548.96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996. СП52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*</p>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**



1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- физико-химическая природа вредностей, ее связь с разрабатываемой темой;</li> <li>- действие фактора на организм человека;</li> <li>- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul>
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности	<ul style="list-style-type: none"> <li>- механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>
3. Охрана окружающей среды:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- защита селитебной зоны;</li> <li>- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>
4. Защита в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>- выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий.</li> </ul>
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны правовые нормы трудового законодательства);</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>
<b>Перечень графического материала:</b>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Система вентиляции участка

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедры БЖДЭ и ФВ	Солодский С. А.	К.т.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А20	Стойко Е. В.		

## Реферат

Данная выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку на 98 листах, в которых 17 таблиц, 25 источников литературы и 2 приложения.

Ключевые слова: секция верхняя стрелы крана КС-55722, стенд автоматической сварки, технология, экономичность.

Объектом исследования является разработка экономически эффективной технологии сборки и сварки секции верхней стрелы крана КС-55722.

Цель работы – проектирование участка сборки и сварки секции верхней стрелы крана КС-55722.

Основными разделами данной работы является: введение, раздел расчета и аналитики, раздел финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение и социальная ответственность.

В разделе «Обзор литературы» представлен краткий обзор информации о современном состоянии решаемой задачи.

В разделе «Объект и методы исследования» представлено общее описание изделия "Секция верхней стрелы крана КС-55722", также здесь сформулирована задача представленной выпускной квалификационной работы.

В разделе «Расчет и аналитика» произведен обоснованный выбор способа получения неразъемных соединений сварки и в соответствии с этим выбор сварочных материалов. Произведен расчет режимов сварки и на основании них подобрано сварочное оборудование. Дополнительно осуществлен пооперационный расчет норм времени, определен состав элементов производства, выполнен расчёт и конструирование оснастки и планировка участка сборки и сварки.

В разделе "Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение" осуществлен сравнительный экономический расчет базовой и предлагаемой технологии изготовления секции верхней стрелы крана

КС-55722.

В заключительном разделе "Социальная ответственность" произведено обоснование мер социальной ответственности предлагаемой технологии сборки и сварки секции верхней стрелы крана КС-55722.

В заключении кратко отображен анализ результатов разработки предлагаемой технологии и проектирования участка сборки и сварки секции верхней стрелы крана КС-55722.

## Abstract

This final qualifying work contains an explanatory note on 98 pages, in which 17 tables, 25 sources of literature and 2 annexes.

Keywords: upper boom section of the crane KS-55722, automatic welding stand, technology, economy.

The object of the study is to develop a cost-effective technology for assembling and welding the section of the upper boom of the crane KS-55722.

The purpose of the work is the design of the assembly and welding section of the upper boom section of the crane KS-55722.

The main sections of this work are: introduction, calculation section and analysts, financial management section, resource efficiency and resource saving and social responsibility.

The "Literature Review" section provides a brief overview of information on the current state of the problem being solved.

In the section "Object and methods of research" the general description of the product "Section of the upper boom of the crane KS-55722" is presented, here also the task of the presented final qualifying work is formulated.

In the section "Calculation and Analytics", a reasonable choice of the method for obtaining integral welded joints is made and, accordingly, the choice of welding materials. The calculation of welding modes is made and on the basis of them the welding equipment is selected. In addition, the operational calculation of time standards has been carried out, the composition of the production elements has been determined, the equipment has been calculated and constructed and the assembly and welding site has been planned.

In the section "Financial Management, Resource Efficiency and Resource Saving", a comparative economic calculation of the basic and proposed technology for manufacturing the upper boom section of the crane KC-55722 was carried out.

In the final section "Social Responsibility", the social responsibility of the proposed technology of assembly and welding of the upper boom section of the crane KS-55722 was justified.

In conclusion, an analysis of the results of the development of the proposed technology and design of the assembly and welding section of the upper boom section of the crane KS-55722 is briefly summarized.

## Оглавление

Введение	18
Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	20
1 Обзор литературы	22
2 Объект и методы исследования	24
3 Расчет и аналитика	25
3.1 Теоретический анализ	25
3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов	25
3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки	31
3.2 Инженерный расчет	34
3.2.1 Расчёт режимов сварки	34
3.2.2 Технологический анализ выбранного производства	38
3.2.3 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	39
3.2.4 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	41
3.2.5 Техническое нормирование операций	42
3.2.6 Выбор технологического оборудования	44
3.2.7 Контроль технологических операций	47
3.2.8 Разработка технической документации	50
3.3 Конструкторский расчет	52
3.3.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	52
3.3.2 Расчет элементов сборочно-сварочных	53

приспособлений	
3.4 Эргономическое проектирование	55
3.4.1 Состав сборочно-сварочного цеха	55
3.4.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	56
3.4.3 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	57
3.4.4 Расчет необходимого количества производственного оборудования	61
3.5 Определение состава и численности работающих	63
3.6 Планировка заготовительных отделений	65
3.7 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	65
3.8 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений	67
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	69
4.1 Сравнительный экономический анализ вариантов	69
4.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	71
4.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	73
4.1.3 Определение затрат на основные материалы	74
4.1.4 Определение затрат на вспомогательные материалы	75
4.1.5 Определение затрат на заработную плату	76
4.1.6 Определение затрат на силовую электроэнергию	76

4.1.7	Определение затрат на сжатый воздух	77
4.1.8	Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования	77
4.1.9	Определение затрат на амортизацию приспособлений	78
4.1.10	Определение затрат на содержание помещения	79
4.2	Расчет технико-экономической эффективности	79
4.3	Основные технико-экономические показатели участка	81
5	Социальная ответственность	82
5.1	Описание рабочего места	82
5.2	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	84
5.3	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	88
5.4	Охрана окружающей среды	90
5.5	Защита в чрезвычайных ситуациях	90
5.6	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	92
5.7	Заключение по разделу социальная ответственность	94
	Заключение	95
	Список использованных источников	96
	Приложение А (Технологический процесс)	
	Приложение Б (Спецификация Секция верхняя)	
	Диск CD-R	В конверте на обороте обложки
	Графическая часть	На отдельных листах



ФЮРА.КС-55722.310.274.00.000 СБ Секция верхняя	Формат А1×2
ФЮРА.000001.274.00.000 ВО Стенд для автоматической сварки	Формат А1×2
ФЮРА.000001.274 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000002.274 ЛП Карта организации труда	Формат А1
ФЮРА.000003.274 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000004.274 ЛП Экономическая часть	Формат А1

## Введение

Сварка и сварочное производство – одно из наиболее широко применяемых способов получения качественных неразъёмных соединений. Полученные при использовании различных способов сварки изделия в большинстве случаев позволяют получить требуемые прочностные характеристики. Сварка находит широкое применение как при изготовлении металлоконструкций различной сложности так и при восстановлении, и ремонте изделий.

Современный уровень развития сварочных технологий получения неразъёмных соединений служит основой для увеличения производительности труда, экономии основных производственных затрат и снижения себестоимости, а также обеспечивает повышение качества выпускаемой продукции.

Существует огромное количество разнообразных способов и видов сварки, но наибольшее распространение получили:

- ручная дуговая сварка (ММА);
- сварка в защитных газах (MIG/MAG);
- сварка под слоем флюса (SAW)

Из них можно выделить механизированную сварку в защитных газах MIG/MAG, данный способ наряду с простотой и эффективностью, отличается гибкостью и универсальностью, обеспечивает высокие технико-экономические показатели. К преимуществам можно отнести:

- обеспечение высокой проплавающей способности дуги;
- обеспечение заданных свойств получаемых сварных соединений.;
- имеется возможность механизировать и автоматизировать весь цикл сварочных операций.

Объектом исследования в данной выпускной квалификационной работе является разработка экономически эффективной технологии сборки и сварки

секции верхней стрелы крана КС-55722.

Цель работы – проектирование участка сборки и сварки секции верхней стрелы крана КС-55722.

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

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

- п) СН 2.2.4/2.1.8.556-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»;
- р) ФЗ «Об основах охраны труда в РФ» от 17.07.1999 г. (№ 181-ФЗ);
- с) СНиП 2.09.03-85 «Сооружения промышленных предприятий»;
- т) СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов»;
- у) ТУ 8572-017-00302190-93 «Костюмы мужские для сварщиков, защищающие от искр, брызг расплавленного металла»;
- ф) ГОСТ 12.4.010-75 СИЗ «Рукавицы специальные»;
- х) ГОСТ 12.4.002-97 ССБТ «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации»;
- ц) СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»;
- ч) СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;
- ш) ФЗ №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера» от 21.12.94 г.;
- щ) ГОСТ 12.4.009-83 «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды, размещение и обслуживание»;
- э) СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
- ю) СНиП 31-03-2001 «Производственные здания».

В работе использовались следующие сокращения и обозначения:

- а) ЧС – чрезвычайная ситуация;
- б) НОТ – научная организация труда;
- в) КПД – коэффициент полезного действия;
- г) ВИК – визуально – измерительный контроль;
- д) ИТР – инженерно – технические работники;
- е) МОП – младший обслуживающий персонал;
- ж) СИЗ – средства индивидуальной защиты;
- з) ОШЗ – околосовная зона;
- и) ФЗ – федеральный закон.

## 1 Обзор литературы

При написании данной работы была использована учебно-методическая литература, данные публикаций, нормативно-законодательные акты РФ.

Автоматизация и механизация процесса дуговой электросварки может быть признана одной из важнейших задач современной сварочной техники. Ручная дуговая сварка слишком трудоемка, требует большого количества квалифицированных кадров, сравнительно дорога, и, естественно, не может обеспечить однородность продукции, а так как последующий контроль качества сварки затруднителен, недостаточно надежен и не всегда выполняем, то доверие к качеству сварки снижается, и заведомо уменьшаются допускаемые напряжения для сварных швов [1].

В автоматизации дуговой электросварки за последние годы достигнуты такие успехи, что уже сейчас этот процесс по степени автоматизации основных операций может считаться одним из наиболее передовых и прогрессивных технологических процессов металлообработки.

Для осуществления автоматической сварки требуется целый комплекс машин, механизмов и приспособлений, составляющих автоматическую установку для дуговой сварки. Устройство, производящее зажигание дуги, подачу электродов по мере сгорания и обеспечивающее устойчивое горение дуги, называется автоматической головкой для дуговой сварки, или дуговым автоматом.

Дуговой автомат представляет собой автоматический регулятор, поддерживающий постоянство режима дуговой сварки по возможности независимо от воздействия внешних и случайных возмущающих факторов.

Дуговой автомат поддерживает горение дуги и подает электродную проволоку. Для получения сварного шва необходимо перемещать дугу по линии сварки. В зависимости от способа перемещения дуги различают подвесные автоматы, самоходные автоматы и сварочные тракторы. Подвесной

автомат не имеет механизма перемещения, оно производится отдельным устройством.

Примером автомата с регулированием напряжения, а тем самым и длины дуги за счет изменения скорости подачи электродной проволоки могут служить система Access 675 – Программно-управляемая полуавтоматическая система дуговой сварки MIG [1].

Тщательный анализ условий службы свариваемого изделия весьма важен при разработке технологии сварки [2]. Надежное предупреждение трещин имеет решающее значение, поскольку они вредят работе изделия. При сварке наиболее частым и опасным дефектом являются кристаллизационные трещины, которые поражают рабочий слой и непосредственно ухудшают службу изделия. Предупреждение кристаллизационных трещин составляет наиболее сложную и актуальную задачу.

Хорошо известно, что склонность к трещинам определяется, прежде всего, химическим составом металла, наличием в нем углерода и других примесей. При сварке главным методом предупреждения трещин служит регулирование доли основного металла, устранение вредных примесей из металла. Возможности регулирования состава наплавленного металла сравнительно ограничены. Ввиду этого главным способом предупреждения трещин является рациональный выбор химического состава наплавленного металла, обеспечивающего минимальную склонность к трещинам [2].

## 2 Объект и методы исследования

Объектом исследования является разработка участка сборки и сварки секции верхней стрелы крана КС-55722.

Изготавливаемое изделие – секция верхняя является составной частью стрелы крана КС-55722 и одной из наиболее важных и ответственных частей крана. Секция верхняя в количестве одной штуки входит в состав стрелы крана, в комплекте с секциями средней и нижней.

Секция верхняя представляет собой коробчатую сварную конструкцию, состоящую из четырёх длинных листов, к которой приваривают сварные узлы (в т.ч. оголовок) и детали. В качестве основного материала для изготовления секции верхней используют сталь марки 10ХСНД, отдельные детали изготавливают из сталей марок: 25Л, СтЗпс и Сталь 20.

Задачей данной выпускной квалификационной работы является: разработка специализированного участка сборки и сварки секции верхней стрелы крана КС-55722, выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов, расчёт режимов сварки и выбор необходимого сварочного оборудования, техническое нормирование операций, определение потребного состава всех необходимых элементов производства, расчёт и конструирование оснастки, планировка участка сборки и сварки, экономический расчет предложенного варианта изготовления и обоснование мер социальной ответственности разработанного производства.

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



### 3 Расчет и аналитика

#### 3.1 Теоретический анализ

##### 3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов

Изготавливаемое изделие – секция верхняя стрелы крана КС-55722 состоит из восьми сборочных единиц: листа левого, поз. 1; листа правого, поз. 2; оголовка, поз. 3; четырёх панелей, поз. 4; кронштейна, поз. 5; пятидесяти семи деталей – листа верхнего, поз. 6; листа нижнего, поз. 7; полублока, поз. 8; четырёх планок, поз. 9; двух панелей, поз. 10; двух проушин, поз. 11; листа, поз. 12; листа, поз. 13; двух рёбер, поз. 14; швеллера, поз. 15; двух уголков, поз. 16; двух рёбер, поз. 17; двух швеллеров, поз. 18; двух листов, поз. 19; четырёх листов, поз. 20; двух листов, поз. 21; листа, поз. 22; четырёх накладок, поз. 23; восьми платиков, поз. 24; восьми скоб, поз. 25; стойки, поз. 26; платы, поз. 27; четырёх бонок, поз. 28.

Основу сборочной единицы составляет короб, состоящий из листа нижнего, листа левого, листа правого и листа верхнего. Одним из основных подузлов является оголовок.

В качестве основных материалов используют, стали: 10ХСНД, Ст3пс, 25Л и Сталь 20.

Химический состав и механические свойства сталей приведены в таблицах 3.1 и 3.2 соответственно [3]:

10ХСНД (ГОСТ 19282-73);

Ст3пс (ГОСТ 380-71);

25Л (ГОСТ 977-75);

Стали 20 (ГОСТ 1050-74)

Таблица 3.1 – Химический состав стали [3]

Марка стали	Массовая доля элементов, %									
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Cu	Ni	As	N
10ХСНД	0,12	0,5÷ 0,8	0,8÷ 1,1	0,04	0,035	0,6÷ 0,9	0,4÷ 0,6	0,5÷ 0,8	0,08	0,08
25Л	0,17÷ 0,24	0,17÷ 0,37	0,35÷ 0,65	0,04	0,030	0,6÷ 0,9	0,25	≤0,25	–	–
Ст3пс	0,14÷ 0,22	0,3÷ 0,55	0,12÷ 0,3	0,05	0,040	–	–	–	–	–
Сталь 20	0,17÷ 0,24	0,8	0,37	0,04	0,035	–	–	–	–	–

Таблица 3.2 – Механические свойства [3]

Марка стали	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\delta$ , %
10ХСНД	530	390	19
25Л	420÷510	260÷320	24
Ст3пс	380÷490	210	23
Сталь 20	380÷460	230÷280	23÷27

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

Для этих видов сталей рекомендуются следующие способы сварки:

- а) механизированная и автоматическая сварка в защитных газах;
- б) в азоте электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм;
- в) автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм;

г) электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [4].

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

а) имеется возможность вести механизированную и автоматическую сварку, а так как в изготавливаемом изделии есть сварные швы протяженностью больше 1 м, то возможность использования автоматической сварки очень важна;

б) высокая производительность;

в) высокие механические свойства сварных соединений;

г) меньшая склонность к образованию горячих трещин;

д) значительное уменьшение сварочных брызг и сокращение затрат на зачистку изделия;

е) меньшая себестоимость сварочных работ.

При сварке в защитных газах электродная проволока является единственным материалом, через который можно в достаточно широких пределах изменять состав и свойства металла шва. Состав металла шва выбирают близким к составу основного металла, при этом необходимые свойства металла получают за счёт сварочной проволоки. Сварку ведут проволокой с повышенным содержанием элементов – раскислителей. Выбираем проволоку Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70.

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

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

Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.3 и 3.4 [5].

Таблица 3.3 – Химический состав проволоки

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

Таблица 3.4 – Механические свойства металла шва

Марка проволоки	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$\alpha_n$ , Дж/см <sup>2</sup>	
			20°С	0°С
СВ-08Г2С-О	510	24	86	–

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны используется смесь Ar и CO<sub>2</sub>. Смесь изготавливается в соотношении 18 – 20 % углекислоты и 80 – 82 % аргона согласно требованиям ТУ 2114-004-00204760-99.

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

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

образуется неразъёмное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью [6].

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

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

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

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

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

д) образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

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

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

б) оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;

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

свариваемости;

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

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

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

2) вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п.

Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы, [6]:

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

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

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [7]:

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

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 %, то для обеспечения стойкости околосшовной зоны против образования околосшовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Произведём определение свариваемости стали 10ХСНД:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,12 + \frac{0,5}{20} + \frac{0,5}{15} + \frac{0,6}{10} = 0,24 \text{ \%}.$$

Произведём определение свариваемости стали 20Х:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,17 + \frac{0,5}{20} + \frac{0,25}{15} + \frac{0,6}{10} = 0,26 \text{ \%}.$$

Произведём определение свариваемости стали СтЗпс:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,14 + \frac{0,3}{20} = 0,16 \text{ \%}.$$

Произведём определение свариваемости стали 20:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,17 + \frac{0,3}{20} = 0,21 \text{ \%}.$$

Делаем вывод: стали хорошо свариваются и так как толщина свариваемых элементов до 10 мм не требуется специальных методов сварки.

Таким образом, применяемые при изготовлении секции верхней стали удовлетворяют требованиям применяемости, при сварке в среде защитных газов.

### 3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки

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

сварочной ванне.

Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При сварке в смеси  $Ar+CO_2$  тепловые характеристики дуги возрастают, что объясняется отчасти повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги. При высокой температуре дуги происходит реакция диссоциации  $CO_2$  [7]:



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

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

При сварке в смеси  $Ar+CO_2$  плавящимся электродом в зоне высоких температур происходит разложение  $CO_2$  по реакции [7]:



Окисление металла происходит по реакции [7]:



Но в тоже время большая концентрация окиси углерода будет тормозить этот процесс, и задерживать окисление углерода стали [7]:



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



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

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

Содержащийся в проволоке кремний и марганец, обладая большим сродством к кислороду, чем железо, связывают кислород, растворенный в металле [7]:



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

Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва, выполняемого в Ar+CO<sub>2</sub> проволокой Св-08Г2С-О, остается на необходимом уровне.

При сварке в смеси с участием CO<sub>2</sub> наблюдается повышенное по сравнению с другими способами сварки разбрызгивание электродного металла. Некоторая часть капель расплавленного металла, вылетающих из зоны сварки, прилипает или сплавляется со свариваемой деталью, соплом горелки и токоподводящим мундштуком. Налипание капель на поверхность сопла и токоподводящего мундштука может нарушить равномерную подачу электродной проволоки, ухудшить газовую защиту, поэтому необходимо периодически очищать сопло и токоподводящий мундштук от брызг [7].

Значительному снижению разбрызгивания электродного металла

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

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов и их размеры при сварке в среде защитных газов должны соответствовать ГОСТ 14771-76. Основной металл до сборки в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений.

## 3.2 Инженерный расчет

### 3.2.1 Расчёт режимов сварки

Параметрами режима дуговой сварки в газовой смеси:  $Ar+CO_2$  плавящимся электродом являются:

- 1) диаметр электродной проволоки  $d_{Эп}$ ;
- 2) скорость сварки  $V_{СВ}$ ;
- 3) сварочный ток  $I_{СВ}$ ;
- 4) напряжение дуги  $U_{д}$ ;
- 5) вылет электродной проволоки  $L_{в}$ ;
- 6) скорость подачи электродной проволоки  $V_{Эп}$ ;
- 7) общее количество проходов  $n_{общ}$ ;
- 8) расход защитного газа  $q_{зг}$ .

Расчёт режима сварки выполняется по размерам шва (ширине  $e$  и глубине проплавления  $h_p$ ).

Для примера производим расчёт 050 операции (см. ТП), приварка швеллеров, поз. 15 и поз. 18 к листам короба. Материал швеллеров – Ст3пс; материал листов короба – 10ХСНД.

Сварка механизированная выполняется проволокой Св-08Г2С-О, в нижнем положении; тавровое соединение, тип Т1 с катетом шва 6 мм

(рисунок 1).

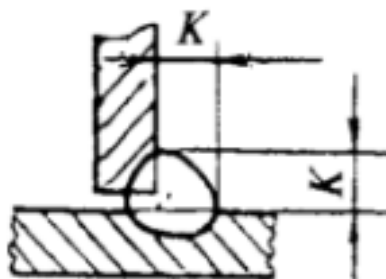


Рисунок 1 Эскиз таврового соединения Т1: К - катет

Определяем расчётную глубину проплавления по формуле [8]:

$$h_p = (0,7...1,1) \cdot K, \quad (3.8)$$

где К – катет шва.

Принимаем:  $h_p = 0,7 \cdot K$ , отсюда находим:  $h_p = 0,7 \cdot 6 = 4,2$  мм.

Диаметр электродной проволоки  $d_{ЭП}$  определяем по формуле [8]:

$$d_{ЭП} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05 \cdot h_p, \quad (3.9)$$
$$d_{ЭП} = \sqrt[4]{4,2} \pm 0,05 \cdot 4,2 = 1,1...1,3 \text{ мм.}$$

Отсюда диаметр электродной проволоки принимаем:  $d_{ЭП} = 1,2$  мм.

Скорость сварки определяем по формуле, [8]:

$$V_{CB} = K_V \cdot \frac{h_p^{1,61}}{e^{3,36}}, \quad (3.10)$$

где  $K_V$  – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки, принимаем  $K_V = 1060$  для  $\varnothing 1,2$  мм, [8];

$e$  – ширина сварного шва, мм.

$$e = \sqrt{2} \cdot K, \quad (3.11)$$

где К – катет шва.

$$e = \sqrt{2} \cdot 6 = 8,49 \text{ мм.}$$

Подставляем значения в формулу (3.10) и получим:

$$V_{CB} = 1060 \cdot \frac{4,2^{1,61}}{8,49^{3,36}} = 8,08 \text{ мм/с.}$$

Силу сварочного тока определяем по формуле [8]:

$$I_{CB} = k_I \cdot \frac{h_P^{1,32}}{e^{1,07}}, \quad (3.12)$$

где  $k_I$  – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки,  $k_I=430$  для  $\varnothing 1,2$  мм, [8].

$$I_{CB} = 430 \cdot \frac{4,2^{1,32}}{8,49^{1,07}} = 279,9 \text{ А, принимаем: } I_{CB}=260 \div 280 \text{ А.}$$

Проверим соответствие полученного значения тока требованиям ограничений. При сварке в нижнем положении:

$$I_{CB} \leq 180 \cdot d_{ЭП}^{1,5}, \quad (3.13)$$

$I_{CB} \leq 180 \cdot 1,2^{1,5} \leq 364 \text{ А}$ , следовательно, сварочный ток находится в пределах допустимых значений.

Зная значение сварочного тока, определяем напряжение дуги по формуле:

$$U_D = 14 + 0,05 \cdot I_{CB}, \quad (3.14)$$

$$U_D = 14 + 0,05 \cdot 280 = 28 \text{ В.}$$

Вылет электродной проволоки определяем по формуле:

$$L_{ЭП} = 10 \cdot d_{ЭП} \pm 2 \cdot d_{ЭП}. \quad (3.15)$$

Подставляя значения в формулу, получим:

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

Скорость подачи электродной проволоки определяется по формуле:

$$V_{ЭП} = 0,53 \cdot \frac{I_{CB}}{d_{ЭП}^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{I_{CB}^2}{d_{ЭП}^3}, \quad (3.16)$$

Подставляя значения в формулу, получим:

$$V_{ЭП} = 0,53 \cdot \frac{280}{1,2^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{280^2}{1,2^3} = 134,54 \text{ мм/с, } V_{ЭП} = 37,4 \text{ м/ч.}$$

Расход защитного газа рассчитываем по формуле:

$$q_{ЗГ} = 0,21 \cdot I_{CB}^{0,75}, \quad (3.17)$$

Подставляя значения в формулу, получим:

$$q_{ЗГ} = 0,21 \cdot 280^{0,75} = 13,7 \text{ л/мин.}$$

Из проведённых расчётов определяем режимы для сварки соединения Т1 с катетом 6 мм:  $d_{ЭП}=1,2$  мм;  $V_{CB}=8,08$  мм/с;  $I_{CB}=260 \div 280$  А;  $U_D=26 \div 28$  В;

$L_{ЭП}=12\pm 2,4$  мм;  $V_{ЭП}=134,54$  мм/с;  $q_{ЗГ}=14\div 16$  л/мин.

Аналогичные расчёты производим для других соединений. Полученные расчетные значения режимов сварки идентичны справочным значениям.

Результаты проведённых расчётов для всех сварных швов сводим в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 – Режимы сварки сварных швов

Номер шва	Тип шва	Кагет шва, мм	Расход проволоки, кг	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Сварочный ток, А (справочное)	Напряжение дуги, В (справочное)	Расход газа, л/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	T1	2	0,030	130÷150	20÷22	160÷180	23÷25	12÷14
2	У4		0,455	260÷280	26÷28	260÷280	27÷29	12÷14
3	У6		0,185	260÷280	26÷28	260÷280	27÷29	14÷16
4	T1	4	0,950	150÷180	22÷24	160÷180	23÷25	12÷14
5	T1	6	0,725	260÷280	24÷26	260÷280	27÷29	14÷16
6	T1	8	0,270	260÷280	26÷28	260÷280	27÷29	14÷16
7	T1	10	0,410	280÷300	28÷30	260÷280	27÷29	14÷16
8	T7		10,140	260÷280	26÷28	260÷280	27÷29	14÷16
9	H1	4	0,250	150÷180	22÷24	160÷180	23÷25	12÷14
10	H1	6	0,525	260÷280	26÷28	260÷280	27÷29	14÷16
11	Нес т.		0,045	260÷280	26÷28	-	-	14÷16
12	Нес т.		0,045	260÷280	26÷28	-	-	12÷14
13	Нес т.		0,050	150÷180	22÷24	-	-	12÷14

Продолжение таблицы 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	Нес т.		0,055	260÷280	26÷28	-	-	12÷14
15	Нес т.		0,100	260÷280	26÷28	-	-	12÷14
16	Нес т.		0,730	280÷300	28÷30	-	-	14÷16
17	Нес т.		0,100	260÷280	26÷28	-	-	12÷14
18	Нес т.		0,070	260÷280	26÷28	-	-	14÷16
19	Нес т.		0,210	260÷280	26÷28	-	-	14÷16
20	Нес т.		0,045	260÷280	26÷28	-	-	12÷14

### 3.2.2 Технологический анализ выбранного производства

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

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

Краткие характеристики перечисленных видов производств сводятся к следующему.

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

В серийном производстве номенклатура выпускаемых изделий ограничена и достаточно устойчива. Изготовление изделий производят периодически повторяющимися сериями на специализированных участках. Применяют универсальное оборудование. Характерно применение простой и комбинированной оснастки. Используют общецеховой и напольный транспорт [9].

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

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

На основании вышеизложенных характеристик и учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет  $N=250$  штук, а масса изделия равна 567 кг, заключаем, что проектируемое сварочное производство относится к типу серийного, [9].

### 3.2.3 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции

Технологический процесс изготовления секции верхней стрелы крана

КС-55722 (ФЮРА.КС-55722.310.274.00.000 СБ) начинается с подбора сборочных единиц и деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте.

Сборка секции верхней производится в несколько этапов. Основа секции верхней – это короб. Листы на короб редко идут цельными, чаще всего листы собирают из 2-х частей (иногда из 3-х частей). Кромки листов должны быть механически обработаны. Части листов варят встык с двух сторон, перед наложением шва с противоположной стороны производят выборку корня шва (машиной шлифовальной с вулканитовым кругом). Сварной шов начинают и заканчивают на выводных планках, которые после полной заварки стыкового шва удаляют машиной шлифовальной. Далее после остывания сварного шва снимают усиление до уровня основного металла. Затем листы отправляют на рентгеноконтроль.

После окончания комплектовочной операции (005), на плите сборочно-сварочной осуществляется сборка короба (операция 010). Устанавливают лист нижний (поз. 7), дальше устанавливают оправку 353-4445 (стандартное приспособление) (с предварительно выдвинутым боковым листом в размер  $230\pm 1,5$ ), к оправке и на лист нижний ставят с двух сторон листы левый (поз. 1) и правый (поз. 2) до упора приспособления. Листы левый (поз. 1) и правый (поз. 2) прижимают к оправке. На оправку сверху и на листы левый (поз. 1) и правый (поз. 2) устанавливают лист верхний (поз. 6). Внутренние размеры короба обеспечиваются оправкой 353-4445. После прихватки листов короба между собой, короб с оправкой перемещают на стенд 547-290М (стандартное приспособление) для снятия коробов секций стрел с оправок (операция 025). Короб устанавливается на тележку стенда до упора, а проушина («ухо») оправки закрепляется в «клыке» стойки стенда при помощи пальца (который вставляется в отверстия проушины и «клыка»), палец закрепляется шпилькой. Выдвижной лист оправки поворотом винта возвращают в исходное положение. Оправку вынимают из короба движением тележки назад, передний край оправки строят. Выйдя из короба, край оправки остаётся на краю тележки,



второй край оправки также строят. Затем вынимается шпилька из пальца, палец вынимается из проушины и «клыка» и оправка перемещается на рабочее место для сборки нового короба, либо на место складирования.

Полученный короб перемещают на стенд автоматической сварки ФЮРА.000001.274.00.000 ВО (операция 035). Короб устанавливают в сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.274.00.000 ВО зажимают пневмоприжимами и боковыми упорами приспособления и производят сварку внешних швов одновременно двумя горелками.

После полного остывания сварных швов, открепляют прижимы, переворачивают на 180° и проваривают с другой стороны, короб повторно остывает, и его снимают с установки для автоматической сварки и устанавливают на подставки цеховые, производится контроль качества сварных швов.

После контроля снаружи листы короба стягивают стробцинами (стробцины ставят на острые углы ромба короба) если произошла деформация.

Затем возвращают сваренный короб на плиту сборочно-сварочную и осуществляют сборку оставшихся сборочных единиц и деталей по разметке и по месту. Установленные детали и сборочные единицы прихватывают и приваривают к коробу.

После сварки производят зачистку сварных швов и околошовных зон от брызг сварки и контроль.

Кантовка в удобное положение для сварки производится при помощи кран-балки (Q=3,2 т).

### 3.2.4 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

В предлагаемом технологическом процессе применяется стенд для

автоматической сварки внешних продольных швов ФЮРА.000001.274.00.000 ВО. В качестве оборудования предлагается использовать оборудование Miller Axxess 675.

Сварка секции верхней выполняется механизированной и автоматической сваркой в смеси газов Ar+CO<sub>2</sub>. Она обладает значительной производительностью процесса, при этом значительно снижает разбрызгивание и улучшает механические свойства и качество сварных швов.

### 3.2.5 Техническое нормирование операций

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

Норма штучного времени  $T_{шт}$ , для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [10]:

$$T_{шт} = T_{ншк} \cdot L + t_{ви}, \quad (3.18)$$

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

$L$  – длина шва, м;

$t_{ви}$  – вспомогательное время, мин.

$$T_{ншк} = (T_0 + t_{вш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{абс.} + a_{омл.} + a_{пз}}{100}\right), \quad (3.19)$$

где  $T_0$  – основное время сварки, мин;

$t_{вш}$  – вспомогательное время, зависящее от длины шва,  $t_{вш}=0,9$  мин для автоматической сварки,  $t_{вш}=0,65$  мин для механизированной сварки, [9];

$\Sigma a=15\%$  – для автоматической сварки [10];

$\Sigma a=27\%$  – для механизированной сварки [10].

$$T_0 = j \cdot 60 \cdot \frac{F}{I_c} \cdot \alpha_n, \quad (3.20)$$

где  $j$  – плотность материала,  $j=7,8$  г/см<sup>3</sup>;

$F$  – площадь поперечного сечения шва, мм<sup>2</sup>;

$\alpha_n$  – коэффициент наплавки, г/А·ч.

Произведем расчет норм времени на примере операции 030 «Сварка», согласно технологическому процессу.

Автоматическая сварка продольных швов:

$$T_0 = 7,8 \cdot 60 \cdot \frac{20}{300} \cdot 15 = 2,08 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ншк}} = (2,08 + 0,9) \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) = 3,86 \text{ мин.}$$

Количество швов 4 шт. (корневых) и 4 шт. (заполняющих) (протяженность одного шва 3,6 м), но вследствие использования портальной машины с двумя головками количество швов выполняемых за один проход равно двум.

Дополнительно в ходе этой операции осуществляется кантовка изделия,  $t_{\text{ви}}=1,1$  мин.

$$T_{\text{шт}} = 3,86 \cdot \left(\frac{3,620 \cdot 8}{2}\right) + 1,1 = 57,00 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитывается норма штучного времени на сварку для всех операций, где осуществляется сварка. Результаты представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Трудоемкость изготовления изделия

Базовый			Предлагаемый		
Номер операции	Наименование	Время, мин	Номер операции	Наименование	Время, мин
005	Комплектование	–	005	Комплектование	–
010	Сборка	35,04	010	Сборка	35,04
015	Сварка	14,6	015	Сварка	14,6
020	Перемещение	6,0	020	Перемещение	6,0
025	Слесарная	48,6	025	Слесарная	48,6
030	Перемещение	6,0	030	Перемещение	6,0
035	Сварка	178,2	035	Сварка	57,00
040	Слесарная	48	040	Перемещение	6,0
045	Перемещение	6,0	045	Слесарная	48

Продолжение таблицы 3.6

Номер операции	Наименование	Время, мин	Номер операции	Наименование	Время, мин
050	Сборка	28,8	050	Сборка	28,8
055	Сварка	6,6	055	Сварка	6,6
060	Сварка	66,6	060	Сварка	66,6
065	Сварка	6	065	Сборка	6
070	Сварка	5,04	070	Сварка	5,04
075	Сварка	21,0	075	Сварка	21,0
080	Сборка	4,62	080	Сборка	4,62
085	Сварка	6,6	085	Сварка	6,6
090	Сварка	12,6	090	Сварка	12,6
095	Сборка	2,04	095	Сборка	2,04
100	Сварка	1,62	100	Сварка	1,62
105	Сварка	2,04	105	Сварка	2,04
110	Слесарная	30,3	110	Слесарная	30,3
115	Контроль	–	115	Контроль	–
Итого		536,3	Итого		415,1

### 3.2.6 Выбор технологического оборудования

Пост для сварки в смеси газов Ar+CO<sub>2</sub> состоит из источника питания дуги и сварочного полуавтомата.

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

- а) техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии;
- б) наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота

обслуживания;

в) наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации;

г) наименьшие габаритные размеры оборудования;

д) наименьшая масса;

е) наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж оборудования;

ж) минимальный срок окупаемости.

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

Miller Axxess 675 – это универсальная платформа для всех видов полуавтоматической сварки, управляемая программным обеспечением [11].

Возможности Multi-MIG включают программы сварки обычной углеродистой стали, алюминия и нержавеющей стали, в том числе запатентованные Accu-Pulse®, Accu-Curve™, стандартные и адаптивные импульсные, традиционные программы полуавтоматической сварки в среде защитных газов (MIG), сварка металлопорошковой проволокой, с использованием наиболее распространенных диаметров проволоки и комбинаций газов, программу регулируемого переноса наплавляемого металла RMD™.

SureStart™ обеспечивает надежное зажигание дуги за счет сброса последней капли с конца проволоки при остановке сварки. Это создает оптимальные условия для следующего старта.

Контроль дуги. Простой способ изменений заводских программ импульсной сварки путем настройки плазменного конуса дуги под различные производственные задачи без необходимости перепрограммирования или аппаратных изменений. Регулировка дуги. Удобный способ контроля длины дуги в импульсных процессах и RMD [11].

Дистанционный выбор программы позволяет переключаться между 8

сохраненными сварочными программами. Дополнительное программное обеспечение AccessAccu-Speed™ и RMD™, система управления файлами Access, а также программостроения индивидуальных импульсов WaveWriter™. Возможность согласовывать обмен файлов сварочных данных через загружаемые обновления и новые комбинированные технологии сварки посредством электронной почты, или сети Интернет и ПК или карманного компьютера (КПК). Отдельные порты последовательной связи для КПК Palm (9-pin) и RS-232 (9-pin) обеспечивают передачу данных и загрузку дополнительного ПО через ПК.

Выпрямитель сварочный Access 675 с дистанционным управлением, длина кабеля 10 м. Предназначен для использования в качестве источника питания постоянным током двух сварочных постов [11].

Выпрямитель обеспечивает плавную настройку тока и напряжения во всем диапазоне регулирования. Для контроля режима сварки выпрямитель оснащен амперметром и вольтметром. Имеется пульт дистанционного управления. Имеется автоматическая защита от нарушения вентиляции и опасной перегрузки. Выпрямитель имеет удобные токовые разъемы.

#### Основные характеристики Access 675 [11]:

номинальные сварочные параметры	675A при 38 VDC ПВ 100%
диапазон сварочного напряжения	10÷44 В
диапазон сварочного тока	5÷900 А
максимальное направление холостого хода	80 VDC
ток на входе при номинальной мощности	50/60 Гц, 3 фазы, 230 В – 89,7
габаритные размеры (ДхШхВ)	не более 991х432х572 мм
Масса	не более 94,3 кг

Источник питания Access 675 комплектуется как одинарным механизмом подачи проволоки, так и существует возможность подключения

дополнительного механизма подачи проволоки. Для этого в состав станда для автоматической сварки входит ROI (дистанционный пульт оператора).

Основные характеристики механизма подачи проволоки:

скорость подачи проволоки	1,3÷35,56 м/ми
диаметр проволоки	0,8÷2,4 мм
Габаритные размеры (ДхШхВ)	не более 368х318х686 мм
Масса	не более 22 кг

### 3.2.7 Контроль технологических операций

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

Дефекты сварных соединений – отклонения от заданных свойств, сплошности и формы шва, свойств и сплошности околошовной зоны – приводят к нарушению прочности и других эксплуатационных характеристик изделия. Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные.

Дефекты формы и размеров шва [12]:

- а) неполномерность швов;
- б) неравномерность шва;
- в) несимметричность шва;
- г) бугристость шва;
- д) грибовидность;
- е) боковые выплески металла;
- ж) подрезы шва;
- и) наплывы;
- к) прожоги.

Дефекты, нарушающие сплошность сварных соединений [12]:

- а) непровары;
- б) трещины;

- в) поры;
- г) шлаковые включения.

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

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

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

Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними [12]. Сварка, как и другие процессы обработки металлов, вызывает возникновение в изделиях собственных напряжений.

В зависимости от причины, вызвавшей напряжения, различают:

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

В зависимости от времени существования:

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

В зависимости от размеров области [12]:

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



соизмеримых с атомной решёткой.

Сварочные напряжения являются напряжениями первого рода.

По направлению действия напряжения и деформации различают:

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

По виду напряжённого состояния:

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

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

- а) мероприятия, предотвращающие вероятность возникновения деформаций и напряжений;
- б) мероприятия, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие возникших напряжений.

Сложение остаточных напряжений с рабочими сжимающими, способствует местной потере устойчивости. Но благодаря наличию в сварной конструкции более жёстких элементов она способна принимать рабочие нагрузки.

Пневмоприжимы сборочно-сварочного приспособления ФЮРА.000001.274.00.000 ВО, используемые при сварке короба секции верхней ФЮРА.КС-55722.310.274.00.000 СБ, обеспечивают жёсткость крепления изделия, что помогает уменьшить временное перемещение и устраняет взаимное смещение деталей.

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

- а) минимальная протяжённость сварных швов, минимальное сечение швов, удовлетворяющее расчётным условиям, что приводит к уменьшению

остаточных деформаций и напряжений;

- б) симметричное расположение швов;
- в) оптимизация последовательности выполнения сборочно-сварочных работ;
- г) закрепление изделия в приспособлениях;
- д) прихватка деталей для исключения смещения их при сварке.

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

На участке сборки-сварки секции верхней применяется метод ВИК – визуально-измерительный контроль, который проводится на 100 % швов с помощью лупы, шаблона – катетомера и штангенциркуля.

### 3.2.8 Разработка технической документации

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

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

Разработка технологических процессов включает [13]:

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

в) выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

а) возможная наименьшая трудоёмкость;

б) минимальная продолжительность производственного цикла;

в) минимальное общее требуемое число рабочих;

г) наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;

д) возможный наименьший расход производственной энергии.

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

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать [13]:

а) наименование и условное обозначение изделия;

б) название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;

в) число данных сборочных единиц в изделии;

г) перечень данных сборочных единиц в изделии;

д) название цеха;

е) указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;

ж) последовательный перечень всех операций;

з) сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);

и) данные о принятых способах и режимах сварки

к) сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;

л) нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов.

### 3.3 Конструкторский расчет

#### 3.3.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса являются комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства. Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций.

В базовом технологическом процессе не предусмотрено использование станда для автоматической сварки. Предлагается применить для сварки станд для автоматической сварки продольных швов.

Применение технологической оснастки облегчит процесс сборки и сварки изделия, позволит устанавливать свариваемое изделие в удобное для сварки положение, что в свою очередь повышает качество сварных швов, производительность труда и снижает трудоемкость изготовления [9].

На проектируемом участке применен станд для автоматической сварки швов ФЮРА.000001.274.00.000 ВО, представленный в графической части ВКР. Станд состоит из портала поз. 7, на котором расположена сварочная головка поз. 3. Все несущие узлы станда фиксируются фундаментными болтами поз. 4, поз. 5, поз. 6.

В предлагаемом сварочном приспособлении ФЮРА.000001.274.00.000 ВО используются пневмоприжимы, что приводит к снижению трудоёмкости в сравнении с использованием винтовых прижимов.

В предлагаемом используется плоский прижим длиной на ширину верхнего листа, дающий возможность равномерного поджатия короба к раме приспособления.

### 3.3.2 Расчёт элементов сборочно-сварочных приспособлений

В приспособлении сварочном ФЮРА.000001.274.00.000 ВО для прижатия листов: левого (поз. 1) и правого (поз. 2) к оправке и к неподвижным упорам используются пневмоприжимы. Они служат для прижатия и надёжного закрепления листов: левого (поз. 1) и правого (поз. 2) и оправки между собой.

Пневмоприжим – это пневмоцилиндр двухстороннего действия, который состоит из цилиндра, поршня со штоком, крышки и уплотнений.

Произведём расчёт пневмоцилиндра. Основными размерами пневмоцилиндра являются внутренний диаметр цилиндра  $D$  и ход штока  $L$ .

Внутренний диаметр цилиндра определяется в зависимости от необходимого усилия по формуле [14]:

$$D = \sqrt{4 \cdot \frac{P}{\eta \cdot q \cdot \pi} + d^2}, \quad (3.21)$$

где  $q$  – давление воздуха,  $q=4$  кг·с/см<sup>2</sup>;

$\eta$  – КПД пневматического цилиндра,  $\eta=0,85$ ;

$P$  – усилие на штоке,  $P=640$  кг·с;

$d$  – диаметр штока,  $d=10$  см.

Подставляя значения в формулу, получим:

$$D = \sqrt{4 \cdot \frac{640}{0,85 \cdot 4 \cdot 3,14} + 10^2} = 18,43 \text{ см, принимаем } D=190 \text{ мм.}$$

Толщину стенки силового цилиндра  $\delta_c$ , определяем из расчёта на разрыв по образующей формуле:

$$\delta_c > D \cdot \frac{q}{2} \cdot \sigma, \quad (3.22)$$

где  $\sigma$  – допускаемое напряжение, для Ст3 допускаемое напряжение составляет 950 кгс/см<sup>2</sup>.

$$\delta_c > 19 \cdot \frac{4}{2} \cdot 950 = 0,04 \text{ см.}$$

Ввиду того, что изготовить цилиндр с такой толщиной стенки слишком сложно согласно ГОСТ 15608-70 принимаем:  $\delta_c=5$  мм.

Расчёт толщины крышки пневматического цилиндра производится по формуле, [14]:

$$\delta_K = 0,56 \cdot D_K \cdot \sqrt{\frac{q}{\sigma}}, \quad (3.23)$$

где  $D_K$  – диаметр окружности болтового соединения крышки с цилиндром,  $D_K=18,6$  см.

$$\delta_K = 0,56 \cdot 18,6 \cdot \sqrt{\frac{4}{950}} = 0,68 \text{ см.}$$

Из конструктивных соображений принимаем  $\delta_K=18$  см.

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

Усилие на болт определяем по формуле [14]:

$$P = \frac{\pi}{4} \cdot n \cdot [D_2^2 \cdot q + (D_1^2 - D_2^2) \cdot q_{\text{ПР}}], \quad (3.24)$$

где  $n$  – число болтов по окружности крепления,  $n=6$  шт.;

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

$q_{\text{ПР}}$  – давление на прокладку,.

$$q_{\text{ПР}} = 2 \cdot q, \quad (3.25)$$

$$q_{\text{ПР}} = 2 \cdot 4 = 8 \text{ кг} \cdot \text{с} / \text{см}^2.$$

$$P = \frac{3,14}{4} \cdot 6 \cdot [19^2 \cdot 4 + (20^2 - 19^2) \cdot 8] = 229,74, P=22,97 \text{ МПа.}$$

Диаметры болтов крепления крышки цилиндра определяем по формуле:

$$d_P = 1,3 \cdot \sqrt{\frac{P}{\sigma}}, \quad (3.26)$$

где  $P$  – усилие на болт крепления,  $\text{кг} \cdot \text{с} / \text{см}^2$ .

$$d_P = 1,3 \cdot \sqrt{\frac{229,74}{950}} = 0,64 \text{ см.}$$

Из конструктивных соображений принимаем согласно ГОСТ 15608-70  $d_P=10$  мм.

Расход воздуха на одно включение для одного пневматического цилиндра находим по формуле [14]:

$$Q = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot L \cdot q, \quad (3.27)$$

где  $D$  – внутренний диаметр цилиндра, см;

$L$  – ход поршня, см;

$q$  – давление воздуха, МПа.

$$Q = 3,14 \cdot \frac{19^2}{4} \cdot 25 \cdot 0,4 = 2833,9 \text{ см}^3.$$

### 3.4 Эргономическое проектирование

#### 3.4.1 Состав сборочно-сварочного цеха

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

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [9]:

а) производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла.

Сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;

б) вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха

с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

в) административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [9].

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 прямоочности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий [9].

### 3.4.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

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



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

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

### 3.4.3 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков

При разработке плана отделений узловой и общей сборки и сварки основным является определение требуемого числа пролетов и необходимых размеров каждого из них – длины, ширины, высоты. Эти параметры, принятые приблизительно при составлении компоновочной схемы цеха, подлежат уточнению в процессе подробной разработки технологического плана с учетом рекомендуемых размеров пролетов по нормам технологического проектирования [9].

При детальном проектировании основным методом уточнения указанных параметров плана отделений сборки и сварки служит последовательное (по ходу выполнения технологического процесса) размещения на плане принятого по расчету количества оборудования, сборочно-сварочных стендов и других рабочих мест. При этом стремятся не только обеспечить прямоточность производства, но также достигнуть наилучшего использования грузоподъемности транспортных средств.

В схеме компоновки цеха с продольным направлением

производственного потока процессы как узловой, так и общей сборки и сварки каждого изделия расположены в одних и тех же продольных пролетах, специализация которых осуществляется по производству отдельных типов заданных для изготовления изделий. В связи с этим для рассматриваемой схемы планировки цеха необходимое число пролетов зависит от количественного соотношения заданных к производству изделий разных типов. В таком случае требуемое число пролетов можно приближенно оценить на основе их специализации с уточнением его в процессе последующего размещения оборудования и рабочих мест на плане проектируемого цеха.

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

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

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

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

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

Функциональное разделение труда предлагает подразделение всех работников предприятия на отдельные группы, в зависимости от выполняемых ими функций на производстве. Задача функционального разделения труда состоит в том, чтобы выбрать такой вариант распределения работ между

исполнителями, который обеспечивал бы высокую производительность труда, хорошее качество изделий, рациональное использование оборудования и производственных площадей.

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

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

Технологическое разделение труда состоит в разбивке всего производственного процесса на технологически однородные операции. Отсюда деление рабочих по профилям. Каждой профессии соответствует чётко ограниченный круг работ. Так, например, профессия сварщика подразделяется на специализации электросварщика ручной дуговой сварки, газосварщика, электросварщика на автоматических машинах, электросварщика на полуавтоматических машинах, сварщика на машинах контактной сварки и т.д. [9].

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

Разделение работ по квалификации рабочих позволяет освободить рабочего высокой квалификации от работ, выполнение которых требует простого труда. Выполнение рабочим операции, требующей более высокой

квалификации, может привести к снижению производительности труда появлению брака в работе.

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

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

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

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

Большое значение для организации труда сварщиков имеет современная организационная и технологическая оснастка, которая служит для обеспечения высокого качества работ, наиболее удобных условий работы, хранения и размещения на рабочем месте приспособлений, инструмента, свариваемых деталей и сборочных единиц; сварочных материалов, технической документации и т.п. [9].

Организация труда на рабочем месте в большой степени зависит от его планировки. Правильно запланировать рабочее место – значит рационально расположить оборудование, приспособления, инструмент, свариваемые детали

и сборочные единицы, сварочные материалы, наиболее экономно использовать производственную площадь. На рабочих местах должны быть обеспечены нормальные санитарно-гигиенические и эстетические условия труда работающих. Сюда входит надлежащее освещение рабочих мест, поддержание нормальной температуры воздуха, хорошая вентиляция помещения, сокращение производственного шума и вибраций, цветовое оформление стен и оборудования, чистота и порядок на рабочем месте, применение соответствующей спецодежды и т.д.

Мероприятия по улучшению технологического процесса: повышение уровня механизации за счет применения станда для автоматической сварки.

#### 3.4.4 Расчёт необходимого количества производственного оборудования

К основным элементам производства относятся рабочие, оборудование, материалы и энергетические затраты [15].

Необходимое количество оборудования и приспособлений  $C_p$  определяется по формуле [15]:

$$C_p = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot F_d \cdot K_{вн}}, \quad (3.28)$$

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

$N$  – годовая программа выпуска изделий,  $N=250$  шт.;

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

$S$  – количество смен работы оборудования;

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

Примем, что номинальный фонд рабочего времени при односменном режиме работы составляет 1973 ч.

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

$$F_d = F_H - 5\%, \quad (3.29)$$

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

Коэффициент загрузки оборудования и приспособлений  $k_{зо}$  определяется по формуле [15]:

$$k_{зо} = \frac{C_p}{C_{п}} \cdot 100\% , \quad (3.30)$$

где  $C_p$  – расчетное количество оборудования и приспособлений, шт.;

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

Результаты расчета количества единиц оборудования на операцию приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Количество единиц оборудования на операцию

Номер операции	Наименование	$T_{ш}$ , мин	$C_p$ , шт.	$C_{п}$ , шт.	$K_{зо}$ , %
1	2	3	4	5	6
<b>Базовый технологический процесс</b>					
010-015	Плита сборочно-сварочная	49,64	0,11	1	11
	Оправка	49,64	0,11	1	11
025	Стенд для снятия оправок	48,6	0,10	1	10
030-035	Кантователь	226,2	0,50	1	50
040-115	Плита сборочно-сварочная	193,86	0,37	1	37
<b>Предлагаемый технологический процесс</b>					
010-015	Плита сборочно-сварочная	241,86	0,53	1	53
045-115					
010-015	Оправка	49,64	0,11	1	11
025	Стенд для снятия оправок	48,6	0,10	1	10
035	Стенд автоматической сварки	57,00	0,13	1	13

Определяем необходимое количество сварочного оборудования и данные расчета сводим в таблицу 3.8.

Таблица 3.8 – Количество сварочного оборудования

Технологический процесс	Сп, шт.	К <sub>зо</sub> , %
Базовый	2	60
Предлагаемый	1 (операция 010-015, 045-115)	53
	1 (операция 035)	13

### 3.5 Определение состава и численности работающих

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

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

Определим необходимое количество основных рабочих. Основными считаются те рабочие, которые заняты выполнением операций технологического процесса по изготовлению продукции. Численность основных рабочих рассчитывается для двухсменного режима работы. Затем полученное число рабочих распределяют по сменам и по операциям технологического процесса в зависимости от загрузки оборудования на этих операциях.

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

Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле:

$$P_{СП} = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot F_{д}}, \quad (3.31)$$

$$P_{ЯВ} = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot F_{н}}, \quad (3.32)$$

где  $N$  – годовая программа выпуска изделия,  $N=250$  шт.;

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

$F_d$  – действительный фонд рабочего времени,  $F_d=1874$  ч;

$F_n$  – номинальный фонд рабочего времени,  $F_n=1973$  ч;

$R_{яв}$  и  $R_{сп}$  – расчетные значения соответственно явочного и списочного состава производственных рабочих, результаты заносим в таблицу.

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

1) вспомогательные рабочие – 25 процентов от количества основных рабочих, [17];

2) инженерно-технические работники (ИТР) – 8 процентов от суммы основных и вспомогательных рабочих, [18];

3) младший обслуживающий персонал (МОП) – 2 процента от суммы основных и вспомогательных рабочих, [18];

4) контролеры качества продукции – 1 процент от суммы основных и вспомогательных рабочих, [18].

Количество рабочих на участке приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Количество рабочих на участке

Вариант технологического процесса	Базовый	Предлагаемый
Трудоемкость $T_{шт}$ , мин.	536,3	415,1
Расчетное (принятое) списочное число основных рабочих $R_{сп}$ и $R_{п}$ , чел.	1,16 (2)	0,9 (1)
Расчетное (принятое) явочное число основных рабочих $R_{яв}$ и $R_{п}$ , чел.	1,1 (2)	0,86 (1)
Расчетное (принятое) число вспомогательных рабочих $R_{яв}$ и $R_{п}$ , чел.	0,29 (1)	0,23 (1)
Расчетная (принятая) численность ИТР, чел.	0,09 (1)	0,07 (1)
Расчетная (принятая) численность МОП, чел.	0,02 (1)	0,02 (1)
Расчетная (принятая) численность контролеров, чел.	0,01 (1)	0,01 (1)



### 3.6 Планировка заготовительных отделений

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

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

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

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

3) количество групп станочного оборудования, полученное на основе описанных выше данных, размещают в пролетах заготовительного отделения, число которых равно установленному ранее числу пролетов сборочно-сварочного отделения [9].

Если при планировке заготовительного отделения требуемое число пролетов последнего получается меньше установленного количества пролетов для сборочно-сварочного отделения, площадь, остающаяся в пролетах, не занятых заготовительным отделением, используют для размещения различных вспомогательных производств и помещений (мастерских – инструментальной, ремонтной) [9].

### 3.7 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков

При разработке плана отделений узловой и общей сборки и сварки основным является определение требуемого числа пролетов и необходимых

размеров каждого из них – длины, ширины, высоты. Эти параметры, принятые приближенно при составлении компоновочной схемы цеха, подлежат уточнению в процессе подробной разработки технологического плана с учетом рекомендуемых размеров пролетов по нормам технологического проектирования.

При детальном проектировании основным методом уточнения указанных параметров плана отделений сборки и сварки служит последовательное (по ходу выполнения технологического процесса) размещения на плане принятого по расчету количества оборудования, сборочно-сварочных стендов и других рабочих мест. При этом стремятся не только обеспечить прямоточность производства, но также достигнуть наилучшего использования грузоподъемности транспортных средств.

В схеме компоновки цеха с продольным направлением производственного потока процессы как узловой, так и общей сборки и сварки каждого изделия расположены в одних и тех же продольных пролетах, специализация которых осуществляется по производству отдельных типов заданных для изготовления изделий. В таком случае требуемое число пролетов можно приближенно оценить на основе их специализации с уточнением его в процессе последующего размещения оборудования и рабочих мест на плане проектируемого цеха [9].

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

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

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

### 3.8 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений

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

Правила проектирования административно-конторских и бытовых помещений изложены в «Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий». Перечень этих помещений, а также расчетные нормы требуемой площади для данного участка сборки и сварки балки левой крана представлены в таблице 3.10.

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

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

В целях осуществления санитарно-гигиенических требований эксплуатации бытовых помещений помещения для принятия пищи рекомендуется располагать на большом расстоянии от уборных, [25].

Таблица 3.10 – Планировка помещений для участка сборки и сварки

Помещения	Расчетная единица	Условия для определения требуемого количества расчетных единиц	Площадь, м <sup>2</sup>	
			полезная	общая
Контора цеха	Рабочее место	Один стол на каждого сотрудника	–	4x3
Гардеробные	Индивидуальный шкаф 0,35x0,5 м	Один шкаф на каждого работающего по списочному составу	0,18	0,43x15
Уборные	Кабина 1,2x0,9 м	При тах явочном числе работающих в смену до 20 чел.	1,08	3,06x8
	Шлюз (тамбур)		–	6,8
	Место для переодевания 0,7x0,5 м	Три места на каждую кабину	0,35	1x6
	Тамбур	Между душевой и раздевальной один тамбур	–	4
Помещения для приема пищи	Комната	1 м <sup>2</sup> /чел. по явочному составу	–	1x8

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

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

##### 4.1. Сравнительный экономический анализ вариантов

Разработка технологического процесса изготовления секции верхней крана КС-55722 допускает различные варианты решения.

Согласно базовому технологическому процессу сварка короба секции верхней производится при помощи сварочного полуавтомата Magtronik 500W и механизма подачи проволоки PDE 7FW. Это приводит к увеличению времени сварки.

В предлагаемом технологическом процессе сварка короба производится автоматически, при помощи сварочного стенда для автоматической сварки ФЮРА.000001.274.00.000 СБ, который обеспечивает сварку продольных швов одновременно двумя горелками.

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

Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение заданной годовой программы выпуска продукции.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле, [20]:

$$Z_{\Pi} = C + E_H \cdot K, \quad (4.1)$$

где  $C$  – себестоимость единицы продукции, руб./изд.;

$E_H$  – норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб./год)/руб.;

$K$  – капиталовложения, руб./ед.год.

В предлагаемом технологическом процессе применяется приспособление сварочное, при помощи которого собранный короб зажимают при помощи пневмоприжимов и боковых упоров. Для данного вида сварки применим как используемое оборудование Magtronik 500W и механизм подачи проволоки PDE 7FW, так и систему автоматической сварки с двумя горелками, Miller Aхcess 675.

Проведем технико-экономический анализ сравнения базового и предлагаемого вариантов. Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов изготовления секции верхней крана КС-55722 приведены в таблице 3.6.

В таблице 4.1 представлены оптовые цены на сварочное оборудование, цены берутся за 30.05.2017.

Таблица 4.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование и приспособления

Наименование оборудования	Цена, руб.
Базовый технологический процесс	
Magtronik 500 W – 1 шт.	182695

Продолжение таблицы 4.1

PDE-7FW – 1 шт.	
Плита сборочно-сварочная	110000
Оправка	115850
Стенд для снятия оправок	242100
Кантователь	81250
Предлагаемый технологический процесс	
Magtronik 500 W – 1 шт.	182695
PDE-7FW – 1 шт.	
Miller Aхcess 675	415290
Плита сборочно-сварочная	110000
Оправка	115850
Стенд для снятия оправок	242100
Приспособление сварочное	105860

4.1.1. Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле:

$$K_{CO} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (4.2)$$

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

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

$\mu_{oi}$  – коэффициент загрузки оборудования  $i$ -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 30.05.2016 (смотри таблицу 4.1).

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице

4.2.

Таблица 4.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	Цена, руб.
Базовый технологический процесс	
Magtronik 500 W – 2 шт.	226542
PDE-7FW – 2 шт.	
Итого	226542
Предлагаемый технологический процесс	
Magtronik 500 W – 1 шт.	47498
PDE-7FW – 1 шт.	
Miller Axxess 675	45682
Итого	93180

Капитальные вложения в приспособления определяем по формуле, [16]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{\Pi_j}, \quad (4.3)$$

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

$\Pi_j$  – количество приспособлений  $j$ -го типоразмера, ед.;

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

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Цена, руб.	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		Сп, шт.	К <sub>пр</sub> , руб. год	Сп, шт.	К <sub>пр</sub> , руб. год
Плита сборочно-сварочная	110000	2	103400	1	50600
Оправка	115850	1	11585	1	11585



Пролоджение таблицы 4.3

Стенд для снятия оправок	242100	1	21789	1	21789
Кантователь	81250	1	34938	–	–
Приспособление сварочное	105860	–	–	1	11645
ИТОГО:			171712		95619

4.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{oi} \cdot h \cdot k_B \cdot \mu_{oi} \cdot Ц_{зд}, \quad (4.4)$$

где  $S_{oi}$  – площадь, занимаемая единицей оборудования, м<sup>2</sup>/ед.

$h$  – высота производственного здания,  $h=12$  м;

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

$Ц_{зд}$  – стоимость 1м<sup>2</sup> здания на 01.01.2017 для цеха № 41 составляет,  $Ц_{зд}=94$  руб./м<sup>2</sup>.

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	$S_o$ , м <sup>2</sup> /ед	$K_{зд}$ , руб. руб.
Базовый технологический процесс		
Magtronik 500 W – 2 шт.	1,2	1678
PDE-7FW – 2 шт.		
Плита сборочно-сварочная – 1шт. Оправка	18	4061

Продолжение таблицы 4.4

Стенд для снятия оправок	14,4	3249
Кантователь	18	17461
Плита сборочно-сварочная – 1 шт.	18	15024
Итого	41473	
Предлагаемый технологический процесс		
Magtronik 500 W – 1 шт.	0,6	235
PDE-7FW – 1 шт.		
Miller Aхcess 675	0,4	149
Плита сборочно-сварочная Оправка	18	22741
Стенд для снятия оправок	14,4	3249
Приспособление сварочное	12,1	3003
Итого	29377	

4.1.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл идущий на изготовление изделия определяем по формуле :

$$C_M = m_M \cdot k_{ТЗ} \cdot Ц_M, \quad (4.5)$$

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

$Ц_M$  – средняя оптовая цена стали 10ХСНД, 25Л, Ст3пс и Сталь20 на 31.05.20157, руб./кг.:

для стали 10ХСНД  $Ц_M=56,70$  руб./кг, при  $m_M = 504 \cdot 1,3=655,2$  кг.;

для стали 25Л  $Ц_M=105,00$  руб./кг, при  $m_M = 14,08 \cdot 1,3=18,3$  кг.

для стали Ст3пс  $Ц_M=40,20$  руб./кг, при  $m_M = 44,19 \cdot 1,3=57,5$  кг.

для стали Сталь 20  $Ц_M=45,20$  руб./кг, при  $m_M = 4,73 \cdot 1,3=6,2$  кг.

$k$  – коэффициент потерь,  $k=1,3$ ;

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

$$C_M = 1,04 \cdot (655,2 \cdot 57,60 + 18,3 \cdot 105 + 57,5 \cdot 40,2 + 6,2 \cdot 45,20) = 42252,8 \text{ руб./изд.}$$

#### 4.1.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле:

$$C_{ПС} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot Ц_{ПС}, \quad (4.6)$$

где  $G_d$  – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг.:

$G_d=27,2$  кг – для проволоки Св-08Г2С-О для базового ТП;

$G_d=27,2$  кг – для проволоки Св-08Г2С-О для предлагаемого ТП;

$k_{nd}$  – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода),  $k_{nd}=1,02$ ;

$Ц_{ПС}$  – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О,  $Ц_{ПС}=78,80$  руб./кг на 31.05.2017.

$$C_{ПС} = 27,2 \cdot 1,02 \cdot 78,80 = 2186 \text{ руб. для базового ТП.}$$

$$C_{ПС} = 27,2 \cdot 1,02 \cdot 78,80 = 2186 \text{ руб. для предлагаемого ТП.}$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле :

$$C_{ЗГ} = g_{ЗГ} \cdot k_{ТП} \cdot Ц_{ГЗ} \cdot T_0, \quad (4.7)$$

где  $g_{ЗГ}$  – расход смеси, м<sup>3</sup>/ч.:

для данного технологического процесса  $g_{ЗГ}=0,72$  м<sup>3</sup>/ч;

$k_{ТП}$  – коэффициент, учитывающий тип производства,  $k_{ТП}=1,15$ ;

$Ц_{ГЗ}$  – стоимость смеси,  $Ц_{ГЗ}=62,42$  руб./м<sup>3</sup>;

$T_0$  – основное время сварки в смеси газов, ч.:

$T_0=5,14$  ч. – для базового ТП;

$T_0=3,22$  ч. – для предлагаемого ТП;

$C_{зг} = 0,72 \cdot 1,5 \cdot 62,42 \cdot 5,14 = 346,5$  руб./изд., для базового ТП.

$C_{зг} = 0,72 \cdot 1,5 \cdot 62,42 \cdot 3,22 = 217,1$  руб./изд., для предлагаемого ТП.

#### 4.1.5 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{зп,сд} = (ТС \cdot \sum T_{ш}) \cdot K_{д} \cdot K_{пп} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (4.8)$$

где ТС – тарифная ставка на 01.01.2017, ТС=62,01 руб.;

$K_{д}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,  $K_{д}=1,15$ ;

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

$K_{рай}$  – районный коэффициент,  $K_{рай}=1,3$ ;

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

Для базового технологического процесса:

$$C_{зп,сд} = (62,01 \cdot 8,94) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 1650,93 \text{ руб./изд.}$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$C_{зп,сд} = (62,01 \cdot 6,92) \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 1277,90 \text{ руб./изд.}$$

#### 4.1.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле:

$$C_{э} = \sum_{i=q}^n \left( \frac{U_i \cdot G_i}{\eta_i \cdot \alpha_{Hi} \cdot \alpha_{Oi}} \right) \cdot Ц_{эл}, \quad (4.9)$$

где  $U_i$  – напряжение в дуге для  $i$ -й операции,  $U_i = 26$  В;

$G_i$  – вес наплавленного металла в  $i$ -й операции, кг/изд,  $G_i = 27,2$  кг/изд.

$\eta_i$  – КПД установки: для базового технологического процесса  $\eta_i=0,91$ , для предлагаемого  $\eta_i=0,92$ ;

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

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

$C_{эл}$  – стоимость электроэнергии, руб/кВт·час,  $C_{эл} = 1,48$  руб/кВт·час.

Затраты на электроэнергию по базовому технологическому процессу на одно изделие составят:  $C_{ээ}=920,1$  руб.

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу на одно изделие:  $C_{ээ}=1020,1$  руб.

#### 4.1.7 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле, [16]:

$$C_{возд} = g_{возд} \cdot k_{ТП} \cdot C_{возд}, \quad (4.10)$$

где  $g_{возд}$  – расход воздуха: для изготовления одной секции верхней крана КС-55722 расход воздуха составляет  $g_{возд}=1,2$  м<sup>3</sup>/ч.;

$k_{ТП}$  – коэффициент, учитывающий тип производства,  $k_{ТП}=1,15$ .

$C_{возд}$  – стоимость воздуха на 01.01.2017 г.,  $C_{возд}=0,25443$  руб./м<sup>3</sup>;

$$C_{возд} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,25443 = 0,3511 \text{ руб./изд.}$$

#### 4.1.8 Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования

Определяются по формуле :

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{N_r}, \quad (4.11)$$

где  $a_i$  – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования  $i$ -го типоразмера, %;

$r_i$  – коэффициент затрат на ремонт оборудования,  $r_i=1,15 \dots 1,20$ .

Амортизация оборудования приведена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	Вариант технологический процесс			
	Базовый		Предлагаемый	
	а <sub>і</sub> , %	С <sub>з</sub> , руб./изд.	а <sub>і</sub> , %	С <sub>з</sub> , руб./изд.
Magtronik 500 W - 2 шт.	19,4	402,16	–	–
PDE-7FW- 2 шт.				
Magtronik 500 W - 1 шт.	–	–	19,4	242,39
PDE-7FW- 1 шт.				
Miller Aхcess 675	–	–	19,4	240,76

#### 4.1.9 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле, [16]:

$$C_U = \sum_{j=q}^m \frac{K_{ппj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj} \cdot a_j}{N_r}, \quad (4.12)$$

где а<sub>і</sub> – норма амортизационных отчислений для оснастки j-го типоразмера, а<sub>і</sub>=0,15;

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.6.

Таблица 4.6 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц <sub>пр</sub> , руб.	Вариант технологический процесс			
		Базовый		Предлагаемый	
		Π <sub>і</sub> , шт.	С <sub>и</sub> , руб./изд.	Π <sub>і</sub> , шт.	С <sub>и</sub> , руб./изд.
Плита сборочно-сварочная	110000	2	109,2	1	89,4
Оправка	115850	1	47,7	1	47,7
Стенд для снятия оправок	242100	1	99,8	1	99,8
Кантователь	81250	1	73,	–	–
Приспособление сварочное	105860	–	–	1	81,4

Продолжение таблицы 4.6

ИТОГО:			329,9		318,3
--------	--	--	-------	--	-------

4.1.10 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле:

$$C_{II} = \frac{S \cdot \mu_{oi} \cdot Ц_{СР.зд}}{N_r}, \quad (4.14)$$

где  $S$  – площадь сварочного участка,  $S=288 \text{ м}^2$  для базового и предлагаемого технологического процесса;

$Ц_{СР.зд}$  – среднегодовые расходы на содержание  $1 \text{ м}^2$  рабочей площади,  $Ц_{СР.зд}=200$  руб./год м.

Затраты на содержание здания по базовому ТП:

$$C_{II} = \frac{288 \cdot 1 \cdot 200}{250} = 230,4 \text{ руб./изд.}$$

Затраты на содержание здания по предлагаемому ТП:

$$C_{II} = \frac{288 \cdot 1 \cdot 200}{250} = 230,4 \text{ руб./изд.}$$

4.2 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$З_{II} = C + H_{Э} \cdot K, \quad (4.15)$$

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

$H_{Э}$  – норма эффективности дополнительных капитальных затрат,  $H_{Э}=0,15$  (руб./ед.)/руб., [16];

Себестоимость продукции за год определяется по формуле:

$$C = N_r \cdot (C_M + C_{BM} + C_{ЗП.СД} + C_{ЭС} + C_{ВОЗД} + C_3 + C_U + C_P + C_{II}), \quad (4.16)$$

где  $C_M$  – затраты на основной материал, руб.;

$C_{BM}$  – затраты на вспомогательные материалы, руб.;

$C_{ЗП.СД}$  – затраты на заработную плату основных рабочих, руб.;

$C_{ЭС}$  – затраты на силовую электроэнергию, руб.;

$C_{Возд}$  – затраты на сжатый воздух, руб.;

$C_3$  – затраты на амортизацию и ремонт оборудования, руб.;

$C_U$  – затраты на амортизацию приспособлений;

$C_{П}$  – затраты на содержание помещения, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{CO} + K_{IP} + K_{ЗД}, \quad (4.17)$$

Количество приведенных затрат по базовому ТП:

$$K = 226542 + 171712 + 41473 = 439727 \text{ руб./год},$$

$$C = 250 \cdot (42252,8 + 2186 + 346,51 + 1650,93 + 920,1 + 402,16 + 329,9 + 230,4) = 12079700 \text{ руб./год}.$$

$$3_{II}^1 = 12079700 + 0,15 \cdot 439727 = 12145659,05 \text{ руб./год}.$$

Количество приведенных затрат по предлагаемому ТП:

$$K = 93180 + 95619 + 29377 = 218176 \text{ руб./год},$$

$$C = 250 \cdot (42252,8 + 2186 + 217,1 + 1277,9 + 1020,1 + 0,3511 + 483,15 + 318,3 + 230,4) = 11996525,275 \text{ руб./год}.$$

$$3_{II}^2 = 11996525,275 + 0,15 \cdot 218176 = 12029251,675 \text{ руб./год}.$$

Рассчитаем величину экономического эффекта по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{3_{II}^1 - 3_{II}^2}{N_r} \quad (4.19)$$

Величина экономического эффекта на единицу изделия составит:

$$\mathcal{E} = \frac{12145659,05 - 12029251,675}{250} = 465,63 \text{ руб./изд.}$$

Величина экономического эффекта от выпуска годовой производственной программы:

$$\mathcal{E} = 12145659,05 - 12029251,675 = 116407,375 \text{ руб./год}.$$

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



#### 4.3 Основные технико-экономические показатели участка

1. Годовая производственная программа,	250 шт.
2. Средний коэффициент загрузки о оборудования,	22 %.
3. Производственная площадь участка,	288 м <sup>2</sup> .
4. Количество сварочного оборудования,	2 шт.
5. Списочное количество рабочих,	1 чел.
6. Явочное количество рабочих,	1 чел.
7. Количество рабочих в первую смену,	1 чел.
8. Количество вспомогательных рабочих,	1 чел.
9. Количество ИТР,	1 чел.
10. Количество МОП,	1 чел.
11. Количество контролеров,	1 чел.
12. Разряд основных производственных рабочих,	4 разряд
13. Экономический эффект от внедрения нового технологического процесса,	465,63 руб./изд.

## 5 Социальная ответственность

### 5.1 Описание рабочего места

В данной выпускной квалификационной работе в качестве объекта исследования выступает участок сборки и сварки секции верхней крана КС-55722. В процессе изготовления этого изделия на участке производят как сборочные, так и сварочные операции, а также слесарные операции. При сборке секции верхней используются плита сборочно-сварочная и стенд для автоматической сварки. В качестве способа сварки используется, механизированная сварка в смеси защитных газов Ar+CO<sub>2</sub>. Перемещение изделия производят кран-балкой грузоподъемностью - 3,2т. и краном мостовым грузоподъемностью - 10 т. Перемещение изделий и доставка деталей на участок также осуществляется с помощью крана мостового. Количество основных рабочих на участке 1 человек при 1-х сменном режиме работы. Проектируемый участок площадью 288 м<sup>2</sup>. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона. Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота автомобильным транспортом.

Освещение на участке комбинированное. Естественное освещение осуществляется через стены – оконные проемы, а искусственное – с помощью газоразрядных ламп.

Зачистка швов от сварочных брызг и окалины на участке производят слесарным инструментом: шабером, зубилом и молотком, щеткой стальной.

В качестве сварочных материалов используются – сварочная проволока Св-08Г2С-О и смесь газов. В качестве основного металла – стали марки 10ХСНД, Ст3пс, 25Л и Сталь20. Вес изделия 567 кг.

В проектируемом производственном помещении присутствуют следующие опасные и вредные факторы: запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое и инфракрасное излучение сварочной дуги, сварочной ванны и свариваемых изделий; шум; опасность ожога;

опасность поражения электрическим током; пожароопасность производства; движущиеся механизмы (кран мостовой, автомобильный транспорт и др.)

К законодательным и нормативным документам относятся ГОСТы, санитарные нормы и правила.

ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. Стандарт устанавливает общие санитарно-гигиенические требования к показателям микроклимата и допустимому содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. Настоящий стандарт распространяется на защитное заземление и зануление электроустановок постоянного и переменного тока частотой до 400 Гц и устанавливает требования по обеспечению электробезопасности с помощью защитного заземления, зануления.

ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. Стандарт устанавливает классификацию шума, характеристики и допустимые уровни шума на рабочих местах, общие требования к защите от шума на рабочих местах, шумовым характеристикам машин, механизмов, средств транспорта и другого оборудования и измерениям шума.

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. Настоящие санитарные нормы устанавливают классификацию шумов; нормируемые параметры и предельно допустимые уровни шума на рабочих местах, допустимые уровни шума в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы - нормативные акты, устанавливающие критерии безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды его обитания и требования к обеспечению благоприятных условий его жизнедеятельности.

## 5.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Запыленность и загазованность рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м<sup>3</sup> пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов, а также СО<sub>2</sub> до 0,5÷0,6 процентов; СО до 160 мг/м<sup>3</sup>; окислов азота до 8,0 мг/м<sup>3</sup>; озона до 0,36мг/м<sup>3</sup>; оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала [17].

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

Источниками запылённости и загазованности на рабочем месте является производственный процесс изготовления изделия – сварочные и слесарные работы, так как эти процессы являются источниками высокодисперсных аэрозолей и мелкодисперсной пыли, а также загазованность от автомобилей, доставляющих детали и вывозящие продукцию.

Для защиты от запылённости и загазованности воздуха рабочей зоны участка сборки и сварки секции верхней применяют общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

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

Определим необходимый объём воздуха  $L$ , удаляемый от местных отсосов по формуле [17]:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V, \quad (5.1)$$

где  $F$  – суммарная площадь рабочих проёмов и неплотностей, м<sup>2</sup>;

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

$$L = 3600 \cdot 0,02 \cdot 0,5 = 36 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов

составляет  $L = 36 \text{ м}^3/\text{с}$ .

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный FUK-2700 SP с двигателем типа АДМ63В2У2, мощностью 0,55 кВт.

Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение сварочной дуги.

Основными источниками тепловыделения на проектируемом участке является сварочная дуга, расплавленный и нагретый металл сварочной ванны и изделия, электрооборудование. Под действием ультрафиолетового и инфракрасного излучения в организме человека происходят биохимические сдвиги и нарушение работы сердечно-сосудистой и нервной систем. Тепловое излучение, кроме непосредственного воздействия на сварщика, нагревает окружающие конструкции, в результате чего температура воздуха внутри рабочего помещения повышается, ухудшая условия работы. Интенсивность облучения сварщика сварочной дугой может составлять  $3000 \div 6000 \text{ ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$  и более.

Видимые световые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологически переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратко временном воздействии могут вызвать электроофтальмию глаз. Инфракрасные лучи при длительном воздействии вызывают катаракту глаз.

Основные мероприятия, направленные на снижение опасности влияния инфракрасного излучения, заключаются в следующем: уменьшение интенсивности источника, защитное экранирование источника или рабочего места, использование СИЗ, лечебно-профилактические мероприятия.

К средствам индивидуальной защиты сварщиков от ультрафиолетового и инфракрасного излучений относятся: средства защиты головы (шапочка); рук (рукавицы); глаз (очки); лица (щитки и маски); специальная одежда и обувь.

Рукавицы, применяемые для защиты рук от лучистой энергии должны быть со специальной противопожарной пропиткой.

Спецодежда сварщика должна предохранять тело работающего от неблагоприятного воздействия метеорологических условий, лучистой энергии,

а также обеспечивать свободу движений, нормальную терморегуляцию организма и т.д.

Спецобувь должна быть стойкой к материалам рабочей среды, а подошва – обеспечивать устойчивость.

Для защиты от излучения дуги используют защитные ширмы, сварочные щитки. Выбор затемнённых стёкол зависит от яркости поля (то есть от силы сварочного тока). Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Производственный шум.

Шум оказывает вредное влияние на весь организм и, в первую очередь, на сердечно-сосудистую и нервную системы. Длительное воздействие интенсивного шума может привести к ухудшению слуха, а в отдельных случаях – к глухоте. Шум ослабляет внимание, замедляет скорость реакции и ухудшает качество работы.

Шумом принято называть любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека, и представляет собой хаотичный набор звуков различной интенсивности и частоты.

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки» [17].

Допустимый уровень звукового давления на участке должен составлять 74÷99 дБ. Уровень звукового давления при эксплуатации сварочного и вспомогательного оборудования составляет 84÷92 дБ, что находится в пределах нормы и не требует специальных средств защиты. При работе со слесарным инструментом для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумные наушники [18].

Малая освещенность.

Освещение, обеспечивающее нормальные условия работы, является важным фактором в организации сварочного производства. Освещение должно

соответствовать СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» [19].

Микроклимат.

Нормы производственного микроклимата устанавливаются ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны». Нормы температуры, относительной влажности, скорости воздуха установлены для рабочей зоны – пространства высотой до 2м над уровнем пола [20].

Микроклимат на участке в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением и интенсивностью излучения нагретых поверхностей.

Оптимальные параметры микроклимата на сварочном участке должны соответствовать СанПиН 2.2.4.548096 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [21].

В цехе, для которого проектируется данный участок сборки сварки секции верхней, параметры микроклимата соответствуют требованиям санитарных норм и правил. В холодный и переходной периоды года при категории работ Пб – работы средней тяжести оптимальные параметры, следующие: температура 17-19°C; относительная влажность 60÷40%; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22°C; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

В производственном помещении в воздух выделяется много пыли и вредных газов. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны регламентируется ГОСТ12.1.005-88 ССБТ «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования» [20].

Чтобы создать на проектируемом участке нормальные метеорологические условия, удалить вредные газы и пыль, необходимо правильно спроектировать и надлежащим образом эксплуатировать вентиляционную систему. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть 0,2-0,5 метров в секунду [20].

### 5.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

Опасность поражения электрическим током.

К мероприятиям по защите от поражения электрическим током относится:

- обеспечение недоступности токоведущих частей от случайного прикосновения;
- понижение напряжения;
- заземление и зануление электроустановок;
- автоматическое отключение;
- индивидуальная защита.

Ограждение токоведущих частей как правило предусматривается конструкцией электрооборудования. Наличие этих ограждений в условиях эксплуатации являются обязательными.

Пониженное напряжение применяют тогда, когда работающий имеет длительный контакт с корпусом этого оборудования. Токи пониженного напряжения применяют в электросварочных аппаратах.

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землёй или её эквивалентом металлических токоведущих частей электрического и технологического оборудования, которые могут оказаться под напряжением.

Сопротивление заземляющего устройства должно составлять не более 4 Ом [22].

Движущиеся механизмы.

Так как на участке сборки и сварки секции верхней имеется кран-балка и общецеховой мостовой кран, то имеется опасность нанесения вреда человеку движущимися и вращающимися частями машин.

Для защиты рабочих от движущихся механизмов предусмотрено следующее: проходы между оборудованием, движущимися механизмами и



перемещающимися деталями должно составлять не менее 2м; свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3м<sup>2</sup>; при эксплуатации подъемно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизма.

Въезд и выезд автомобильного транспорта в цех и из цеха должен сопровождаться звуковым сигналом, а в некоторых случаях (особенно в темное время суток) и световым сигналом.

Опасность ожогов.

Для защиты сварщиков от ожогов (брызг сварки – брызг расплавленного металла и случайного соприкосновения с расплавленным металлом сварочной ванны), также, как и для защиты от лучистой энергии применяются спецодежда: куртка, брюки, шапочка, брезентовые рукавицы; спецобувь; щитки или маски.

Одежда сварщика должна быть со специальной противопожарной пропиткой.

Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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

## 5.4 Охрана окружающей среды

### Защита воздушной среды.

Для очистки воздушной среды на данном участке применяют метод абсорбции (разделение газовой смеси на составные части путем поглощения одного или нескольких газовых компонентов этой смеси абсорбентом с образованием раствора).

### Отходы производства.

Основными направлениями устранения и переработки твёрдых отходов (кроме металлоотходов) являются вывоз и захоронение на специализированных полигонах, складирование и хранение на территории предприятия.

Основная операция первичной обработки металлоотходов – это сортировка, разделка, механическая обработка. Создаются специальные цехи для утилизации вторичных металлов. Твёрдые отходы содержат амортизационный лом (отходы при модернизации оборудования, оснастки и инструментов), стружка металлов, пыль, шлак и др.

Также большое значение имеет безотходная технология. Малоотходность технологических процессов в первую очередь связана с необходимостью повышения коэффициента использования металла. Увеличение данного коэффициента даёт не только экономические выгоды, но и позволяет уменьшить количество отходов и вредных выбросов в окружающую среду.

## 5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

Основы пожарной защиты предприятий определены государственными стандартами ГОСТ 12.1.004. -85 и ГОСТ 12.1.010. -76.

Производственные аварии, стихийные бедствия опасны своей внезапностью. Однако разрушительные последствия их могут быть предотвращены или значительно уменьшены, если заранее будут приняты

меры.

На каждом объекте разрабатывается план ликвидации возможных аварий, организована подготовка рабочих и служащих к работе в аварийных условиях, предусмотрен запас сил и средств необходимых для ликвидации последствий аварии. Необходимо также организовать: устойчивую систему управления предприятием при чрезвычайных ситуациях; систему оповещения; план эвакуации рабочих и служащих; службу гражданской обороны; специальные спасательные команды и команды по ликвидации последствий чрезвычайной ситуации, а также скорейшему восстановлению производства; пункты оказания первой медицинской помощи и т.д. [23].

Определение категории взрывопожароопасности рабочего места и обеспеченности необходимыми средствами пожаротушения.

Вероятность возникновения пожаров в зданиях и сооружениях, а также распространение от конструкций и материалов, из которых они выполнены, а также характера производства.

Сварочное производство соответствует категории Г. То есть в производство обращаются следующие материалы: негорючие вещества и материалы в горячем, раскалённом и расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр, пламени.

Проектируемый участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (1шт) (нельзя тушить электроустановки под напряжением);
- огнетушитель ОХП-10 (3шт) (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей);
- огнетушитель углекислотный ОП-2 (2шт) (для тушения лакокрасочных материалов и электроустановок под напряжением);
- ящик с сухим и чистым песком (1шт) (для тушения различных видов возгораний).

## 5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Конструктивным элементом защитного заземления являются заземлители – металлические проводники, проходящие в земле и заземляющие проводники, соединяющие заземляемое оборудование с заземлителем.

Сущность расчёта защитного сопротивления сводится к определению числа вертикальных заземлений и длины соединительной полосы.

Глубина заземления составляет 0,8 м. Почва – суглинок. Удельное сопротивление грунта  $\rho = 1 \cdot 10000 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ .

Сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю, определяется по формуле [24]:

$$R_3 = (\rho_3 / 2\pi \cdot l_M) \cdot \ln \cdot (4h_M / d), \quad (6.1)$$

где  $R_3$  – сопротивление одиночного заземлителя, Ом;

$d$  – диаметр трубы, см,  $d=3$  см;

$\rho_3$  – удельное сопротивление грунта, Ом·см,  $\rho_3=1 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ ;

$l_M$  – длина трубы, см,  $l_M=200$  см;

$h_M$  – глубина закопки трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы, см,  $h_M=170$  см;

Определяем сопротивление одиночного заземлителя:

$$R_3 = 1 \cdot 10^4 / (2 \cdot 3,14 \cdot 200) \cdot \ln \cdot (4 \cdot 170 / 3) = 43 \text{ Ом}.$$

Определяем требуемое число заземлителей, по формуле [24]:

$$n = R_3 / R_3 \cdot \eta, \quad (6.2)$$

где  $n$  – требуемое число заземлителей, шт.;

$\eta$  – коэффициент использования группового заземлителя,  $\eta=0,8$ ;

$R_3$  – требуемое сопротивление осуществляемого заземления, Ом,  $R_3=5$  Ом.

$$n = 43 / 5 \cdot 0,8 = 10,75 \text{ шт.}, \text{ принимаем } n=10 \text{ шт.}$$

Длину соединительной полосы находим по формуле [24]:

$$L_{\Pi} = 1,05 \cdot a \cdot (n - 1), \quad (6.3)$$

где  $L_{\Pi}$  – длина соединительной полосы, мм;

$a$  – расстояние между заземлителями, м;

$$a = 2 \cdot l_m = 2 \cdot 200 = 400 \text{ см} = 4000 \text{ мм}.$$

Отсюда:

$$L_n = 1,05 \cdot 400 \cdot (10 - 1) = 3780 \text{ см} = 37800 \text{ мм}.$$

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле [25]:

$$R_n = \rho_n / (2\pi \cdot L_n) \cdot \ln \cdot (4 \cdot h_n^2 / h_n \cdot v), \quad (6.4)$$

где  $R_n$  – сопротивление соединительной полосы, Ом;

$\rho_n$  – удельное сопротивление грунта, Ом·см,  $\rho_n = 1 \cdot 10^4$  Ом·см;

$L_n$  – длина полосы, см,  $L_n = 3780$  см;

$v$  – ширина полосы, см,  $v = 1,2$  см;

$h_n$  – глубина заложения полосы в землю, см,  $h_n = 80$  см.

$$R_n = 1 \cdot 10^4 / (2 \cdot 3,14 \cdot 3780) \cdot \ln \cdot (4 \cdot 80^2 / (80 \cdot 1,2)) = 2,53 \text{ Ом}.$$

Результирующее сопротивление тока по всей системе с учётом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле [24]:

$$R_c = R_\varepsilon \cdot R_n / (R_\varepsilon \cdot \eta_n + R_n + \eta_\varepsilon \cdot n), \quad (6.5)$$

где  $R_c$  – результирующее сопротивление тока по всей системе, Ом;

$\eta_\varepsilon$  – коэффициент использования труб,  $\eta_\varepsilon = 0,7$ ;

$\eta_n$  – коэффициент использования полосы,  $\eta_n = 0,8$ .

Отсюда:

$$R_c = 43 \cdot 2,35 / (43 \cdot 0,7 + 2,35 + 0,8 \cdot 10) = 2,5 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$$

Так как сопротивление менее 4 Ом, то проводка на проектируемом участке должна выполняться изолированным проводом или кабелем, который в местах, где возможно его повреждение, укладывают в металлические трубы.

На данном участке для заземления токоведущих частей полуавтоматов применяются размещенные в ряд вертикальные трубы длиной  $L = 2$  м и диаметром  $D = 0,03$  м, соединенные полосой – длиной  $L_n = 3780$  см и шириной  $v = 1,2$  см, глубина заземления  $h_n = 80$  см.

## 5.7 Заключение по разделу социальная ответственность

В результате проведённой работы можно сделать следующие выводы: на участке сборки и сварки секции верхней стрелы крана приняты необходимые меры для защиты от большинства опасных и вредных факторов на проектируемом участке:

- применена общеобменная приточно-вытяжная вентиляция;
- индивидуальные средства защиты (сварочные щитки и маски, для защиты тела сварщиков используется спецодежда: брюки, куртки, а для защиты кистей рук – рукавицы со специальной противопожарной пропиткой, респираторами типа „Лепесток“, очки защитные;
- заземление оборудования;
- противопожарные меры (огнетушители порошковые и углекислотные, ящики с песком);
- создание оптимальных условий труда (обеспечен оптимальный микроклимат);

В ВКР произведена разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Приняты необходимые меры по обеспечению экологической безопасности и охраны окружающей среды.

## Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях совершенствования технологии сборки-сварки секции верхней стрелы крана КС-55722. ФЮРА.КС-55722.310.274.00.000 СБ спроектирован участок производства данного изделия.

Для изготовления изделия разработан стенд автоматической сварки ФЮРА.000001.274.00.000 ВО, на котором осуществляется сварка продольных швов короба секции. На данной операции в качестве сварочного оборудования использован источник питания Miller Axcress 675. Фиксация короба при сварке осуществлялась при помощи разработанного приспособления.

В результате перечисленных нововведений время изготовления секции верхней крана КС-55722 сократилось на 121,2 мин.

В рамках выполнения данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, и осуществлен подбор сварочных материалов и оборудования.

Разработаны мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Приняты необходимые меры по обеспечению экологической безопасности и охраны окружающей среды. Произведен расчет экономической эффективности предлагаемой технологии.

Годовая производственная программа составляет 250 изделий.

Площадь спроектированного участка – 288 м<sup>2</sup> ;

Коэффициент загрузки оборудования – 87%;

Экономический эффект на изделие – 465,63 руб.

## Список использованных источников

1. Р.А. Мейстер, Особенности зажигания и горения дуги на малых токах при сварке в углекислом газе. Сварочное производство. 2013. №7. С. 30–32.
2. П.П. Проценко, Н.Т. Привалов, Влияние легирующих элементов на перенос электродного металла при дуговой сварке в защитных газах. Автоматическая сварка 1999 №12 С. 29 – 33.
3. М.М. Колосков, Е.Т. Долбенко, Ю.В. Коширский, Марочник сталей и сплавов / под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2001. 627с.: Ил.
4. Ф.А. Хромченко, Справочное пособие электросварщика. - 2-е изд., испр. – М: Машиностроение , 2005. – 416с.
5. Б.П. Конищев, Н.Н. Потапов, С.А. Курланов, Сварочные материалы для дуговой сварки. М.: Машиностроение, 1989. – 544с.
6. В.И. Васильев, Д.П. Ильященко, Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96с.
7. Коновалов А. В., Неровный В. М., Куркин А. С., Теория сварочных процессов. Учебник для вузов, МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2007, с. 752
8. В.Т. Федько, Курсовая работа и расчет режимов при дуговой сварке плавлением с применением ЭВМ. Томск «Издательство ТПУ», – 1993. – 98 с.
9. А.И. Красовский, Основы проектирования сварочных цехов. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1980. – 319с.
10. А.В. Ахумов, Справочник нормировщика. Ленинград, «Машиностроение», 1986, 458с.
11. Информация Miller Access 675. Режим доступа: <http://www.uniprofit.ru/doc/fil18.pdf>. Дата обращения: 20.05.2017г.
12. Б.Г. Маслов, Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272с.
13. Э.П. Петкау, Организация производства и менеджмент в машиностроении: учебное пособие / Э.П. Петкау. – Томск: Изд-во Томского политехнического



университета, 2007. – 205с.

14. Расчет пневмоцилиндров. Режим доступа: <http://pneumoprivod.ru>. Дата обращения: 20.05.2017г.

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

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

17. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/5/5212](http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5212).

18. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.rosteplo.ru/Npb\\_files/npb\\_shablon.php?id=838](http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=838).

19. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/1/1898](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/1/1898).

20. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.rosteplo.ru/Npb\\_files/npb\\_shablon.php?id=666](http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=666).

21. СанПиН 2.2.4.548096 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rg.ru/2010/07/15/sanpin548-dok.html>.

22. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.rosteplo.ru/Npb\\_files/npb\\_shablon.php?id=663](http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=663).

23. Постановление Правительства РФ от 24.07.95 г. №738. // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://accident.perm.ru/index.php/normativno-pravovaya-baza>.

24. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности: учебное пособие / В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов. – Юрга: Изд-во филиала ТПУ, 2002. – 96с.;

25. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 3-е. исправленное и дополненное / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф., Козьяков и др.; Под общ. Ред. С.В. Белова. – М: Высшая школа, 2001. –485с.

<i>ГОСТ 3.1105-84 Форма 2</i>											
<i>Добл.</i>											
<i>Взам.</i>											
<i>Подл.</i>											
ФЮРА.КС-55722.310.274 Секция верхняя											
КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ на технологический процесс сборки и сварки											
Акт N _____ от _____											
Разработал <u>Стойко</u> _____ Проверил <u>Колмогоров</u> _____ Н. контр. <u>Павлов</u> _____											
Т/Л											



1001 31118-82 Фарма 1														
Добл.														
Взам.														
Подл.														
	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист
	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.
	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись
	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата
Разработ.	ФЮРАКС-55722.310.274													
Проб.	Секция верхняя													
Н. контр.														У
М 01														
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код. загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции	Обозначение документа								
Б	Код. наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	П.з.
03														
04	6. Сварные швы в местах К <sub>1</sub> контролировать до установки дет. поз. 15.													
05														
06	7. Стыки выполненных из частей сб. ед. поз.1,2 должны быть смещены по отношению к стыкам дет.													
07	поз.6,7 на 300мм, не менее.													
08														
09	8. Допустимая кривизна секции на всей длине в плоскости боковых листов не более 5мм, в плоскости													
10	верхнего (нижнего) листов не более 3мм.													
11														
12	9. Сварные швы Н <sub>1</sub> контролировать до установки дет. поз. 20.													
13														
14														
15														
16														
	МК.													3

ГОСТ 31118-82 Форма 1											
Добл.											
Взам.											
Подл.											
	Изм. Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм. Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разработ.											
Проб.						ФЮРА.КС-55722.310.274					
Н. контр.							Секция верхняя				У
М 01											
М 02											
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код. загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции						
Б					Код. наименование оборудования						
03						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД
								ЕН	ОП	Кшт.	Лп.з.
											Лшт.
							Требования безопасности				
04											
05	1. При выполнении работ соблюдать правила техники безопасности согласно инструкции:										
06	№23-10 – по охране труда для электросварщиков;										
07	№4.10-09 – по охране труда для слесарей механических работ;										
08	№90-09 – по охране труда для стропальщиков;										
09	№238-06 – по охране труда для контролера;										
10	№98-07 – гигиена труда для лиц работающих с инструментом механизации и оборудованием,										
11	создающим вибрацию;										
12	№294-06 – по охране труда для газорезчика и газосварщика;										
13	№7-07 – по технике безопасности, противопожарной технике и производственной санитарии										
14	для работников, занятых в смежной работе с застропкой, подъемом, перемещением и установкой										
15	грузов при помощи стационарных консольно-поворотных кранов, эл. талей и т.п. грузоподъемных устройств.										
16											
											4
											МК.

ГОСТ 31118-82 Фарма 1											
Добл.											
Взам.											
Подл.											
	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист
	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.
	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись
	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата
Разработ.	ФУРАКС-55722.310.274										
Проб.											
Н. контр.	Секция верхняя										
М 01											У
М 02											
Код	Код	Код	Код	Код	Код	Код	Код	Код	Код	Код	Код
ЕВ	МД	ЕН	Нрасх.	КИМ	Код. загот.	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
											МЗ
Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
А	Б			Код. наименование оборудования							шт.
2. При одновременной работе нескольких сварщиков в одной кабине применять переносные защитные ширмы.											
3. Слесарям-сборщикам, работающим вместе со сварщиками, работу производить в защитных очках по ГОСТ 12.4.013-85 со светофильтрами по ОСТ 21-6-87.											
4. При установке кароба (с оправкой) на стэнд 54.7-290М, для извлечения оправки из кароба и при снятии ее со стэнда, соблюдать правила техники безопасности. На всей длине следования тележки рельсовый путь должен быть очищен от загрязнений. Между рельсами и по обе стороны от края тележек. На расстояние не менее 700 мм должно быть построено препятствие, движение тележки сопровождается звуковым сигналом.											
5. Работа шифровой машины без защитного кожуха запрещается.											
МК.											5







ЛОС 3.1118-82 Фарма 1														
Добл.														
Взам.														
Подл.														
	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист
	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.
	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись
	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата
Разраб.														
Проб.														
	ФЮРА.КС-55722.310.274													
	Секция верхняя													
Н. контр.														У
М 01														
М 02														
	Код	Код	Код	Код	Код	Код	Код	Код	Код	Код	Код	Код	Код	Код
	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код. загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции		Обозначение документа							
Б	Код. наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	П.з.
03														
04	21	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.016	Лист				10XСНД		0,12				2	
05	22	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.017	Лист				10XСНД		1,52				1	
06	23	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.018	Накладка				10XСНД		0,17				4	
07	24	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.019	Платик				СтЗПС		0,03				8	
08	25	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.020	Скоба				10XСНД		0,054				8	
09	26	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.021	Стойка				10XСНД		2,4				1	
10	27	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.022	Плата				СтЗПС		0,5				1	
11	28	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.023	Банка				СтЗПС		0,007				4	
12														
13														
14														
15														
16														
	МК.													
	8													



Добл.										ГОСТ 31118-82 Фарма 1	
Взам.											
Подл.				Изм. Лист		Подпись		Дата		Изм. Лист	
				N докум.		Подпись		Дата		N докум.	
										Подпись	
										Дата	
Разработ.										ФЮРАКС-55722.310.274	
Проб.										Секция верхняя	
Н. контр.										У	
М 01											
М 02											
		Код		ЕВ		МД		ЕН		Н.расх.	
		Код. загот.		КМ		КМ		КМ		КД	
		Профиль и размеры								МЗ	
А		Цех Уч.		РМ		Опер.		Код. наименование операции		Обозначение документа	
Б		Код. наименование оборудования		СМ		Проф.		Р		УТ	
								КОИД		ЕН	
03		5. Выдвинуть лист опорки в размер 230±15.								ОП	
04		6. Прижать доковые листы к оправке струбцинами. Количество 8 шт.									
05		7. Установить на сб. ед. лист верхний поз. 6 с помощью крана.									
06		Разность размеров А <sub>2</sub> и А <sub>3</sub> не более 2 мм.									
07		8. Подогнать деталь поз. 6 при сборке Кувалда.									
08		9. Прижать верхний лист поз. 6 струбцинами.									
09											
10										Т=14,6'	
11											
12											
13											
14											
15											
16											
										МК.	
										10	

1001 31118-82 Форма 1											
Добл.											
Взам.											
Подл.											
	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист
	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись
	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата
	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.
	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись
	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата
Разработ.	ФЮРАКС-55722.310.274										
Проб.	Секция верхняя										
Н. контр.	У										
М 01											
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Нрасх.	КИМ	Код. загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД
Б	Обозначение документа										
03	020 Перемещение										
04	Переместить с помощью кран Q=3т с/ед на стенд для снятия оправок.										
05											
06	025 Слесарная										
07	Кран мастовой Q=10т, строп 129289, стенд 54.7-290м, оправка 353-4445.										
08	1. Разжать струбцины.										
09	2. Снять с/д. ед. с оправкой с плиты сборочной с помощью крана.										
10	3. Установить с/д. ед. с оправкой на стенд для снятия оправок 54.7-290м и закрепить										
11	использую "чух" на "долбане" и "клык", вставить "палец".										
12	4. Вернуть выдвигной лист оправки в исходное положение.										
13	5. Вынуть оправку из с/д. ед. (короба) движением тележки, нажав на кнопку пульта										
14	управления, соблюдая все правила техники безопасности (оправка закрепляется стропами										
15	в двух местах - в начале и в конце, по мере выдвигения оправки).										
16	Т=48,6'										
	МК.										
	11										

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1											
Добл.	Взам.	Подл.	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист
Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист
Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист
Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист
Разраб.			ФЮРА.КС-55722.310.274			Секция верхняя					
Проб.											
Н. контр.											
М 01											
М 02											
А						Обозначение документа					
Б						УТ КР КОИД ЕН ОИ Кшт. П.з. Лшт.					
03			6. Вынуть шпильку, вытащить "палец".								
04			7. Снять оправку с помощью крана.								
05											
06			030 Перемещение			T=6,0'					
07			Переместить с помощью кран Q=3т след на стелд для автоматической сварки.								
08											
09			035 Сварка			T=57,00'					
10			Пост для сварки в смеси газов Ar+CO <sub>2</sub> .								
11			Стелд для автоматической сварки ФЮРА.000001.274.00.00 ВО.								
12			1. Приварить установочные детали между собой св. шов №8 Т7 ГОСТ 14771-76,								
13			L <sub>шв</sub> = 28964мм, расход – 10140г, заварить за два прохода, I <sub>св</sub> = 260-280А, U=27-29В.								
14			Перед наложением последнего прохода предыдущий зачистить.								
15			Шабер, очки ЗПР.								
16											
						МК.					
						12					

		ГОСТ 31118-82 Форма 1										
Дроб.												
Взам.												
Подл.												
		Изм. Лист	№ док-м.	Подпись	Дата	Изм. Лист	№ док-м.	Подпись	Дата			
Разраб.												
Проб.												
Н. контр.												У
М 01												
М 02												
А	Цех Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции								
Б				Код наименования оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП
03												
04	Сначала проварить корень шва со всех четырех сторон. Обязательно, остывание сб. ед. после сварки.											
05	2. Кантовать сб. ед. в удобное положение.											
06	3. Клеимить клеймо сварщика. Очки ЗПР, молоток.											
07												
08												
09	040 Перемещение T=6,0'											
10	Переместить сб.ед со стенда автоматической сварки на плиту сборочно-сварочную.											
11												
12	045 Слесарная T=48'											
13	Кран-балка Q=3,2т, строп 129289, плита сборочно-сварочная.											
14	1. Установить сб. ед. на подставку цеховые.											
15	Подставка цеховые - 2шт.											
16	2. Заварить св. швы, не забаренные в стенде автоматической сварки. учт. в пер. 1 оп. 030											
	МК.											
	13											

ТОСТ 31118-82 Фарма 1															
Добл.	Взам.	Подл.	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист
Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист
Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист
Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист
ФЮРАКС-55722.310274															
Секция верхняя															
У															
М 01															
М 02															
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименования операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	П.з.
Б	Код. наименование оборудования														
03	3. Кантовать сб. ед. на 180°.														
04	4. Зачистить св. швы и околошовные зоны в пределах 100 мм от св. брызг и в районе														
05	прохождения скользящих (ст. лист 15, эскиз 1).														
06															
07	050 Сборка														
08	Кран мастовой, строп 129289, подставка цеховые.														
09	1. Проверить "короб" на наличие "ромба".														
10	Угольник.														
11	2. Установить на сб. ед. струбцины на острые углы "ромба" для устранения "ромба".														
12	Струбцины цеховые 520 - 2шт, m=50кг (каждая).														
13	3. Закручивать винт струбцины до достижения перпендикулярности докового листа														
14	к нижнему (до устранения "ромба").														
15	Подкладки цеховые, угольник.														
16	4. Установить на сб. ед. оголовок поз. 3 согласно чертежу.														
	МК.														
	14														





ЛОС 31118-82 Фарма 1											
Добл.											
Взам.											
Подл.											
	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист
	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.
	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись
	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата
Разработ.											
Проб.											
	ФЮРАКС-55722.310.274										
Н. контр.											У
	Секция верхняя										
М 01											
М 02											
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код. загот.	Профиль	и размеры	КД	МЗ
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции			СМ	Проф.	Р	УГ
Б	Код. наименование оборудования										
										ЕН	ОП
										Кшт.	П.з.
											Лшт.
03	Выдержат размеры 54,2±3; 192±1; 7614 *.										
04	Выдержат перпендикулярность поз. 3 относительно плоскости Д. Допуск										
05	перпендикулярности 2мм.										
06	5. Разметить и установить на разметке на сд. ед. швеллер поз. 15 (Б-Б; 4А ).										
07	Выдержат размер 6±2.										
08	6. Разметить и установить на разметке на сд. ед. два листа поз. 21 (Ж-Ж; 11А ).										
09	Выдержат размеры 6±1; 10±2.										
10	7. Установить на сд. ед. два листа поз. 19 согласно чертежу.										
11	8. Разметить и установить на разметке на сд. ед. два швеллера поз. 18 (Г. вид; А; 11А).										
12	Выдержат размеры 8±1; 2±2.										
13	9. Установить на сд. ед. две проушины поз. 11 (Г-Г; 4В) согласно чертежу.										
14	Выдержат размеры 500±1; 112±1; 600 <sup>+15</sup> <sub>0,5</sub> .										
15	Выдержат перпендикулярность проушины поз. 11 относительно базы Е. Допуск										
16	перпендикулярности 2мм.										
	МК.										16







ГОСТ 31118-82 Фарма 1																						
Добл.																						
Взам.																						
Подл.																						
	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист											
	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.											
	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись											
	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата											
Разработ.	ФЮРАКС-55722.310.274																					
Проб.	Секция верхняя																					
Н. контр.											У											
М 01																						
М 02																						
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код. загот.	Проф.	Р	УГ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	П.з.	Лшт.					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции																	
Б	Код. наименование оборудования											СМ	Проф.	Р	УГ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	П.з.	Лшт.
03	Св. шов №13 (нест, 4 <sup>±2</sup> <sub>-1</sub> , 3 <sup>±2</sup> <sub>-1</sub> , Ю); l <sub>ш</sub> =242мм; расход – 50г; l <sub>сб</sub> =150-180 А, U=22-24 В.																					
04	Св. шов №14 (нест, 5 <sup>±2</sup> <sub>-1</sub> , 5 <sup>±2</sup> <sub>-1</sub> ); l <sub>ш</sub> =242мм; расход – 55г; l <sub>сб</sub> =260-280 А, U=27-29 В.																					
05	Св. шов №10 ГОСТ 14.771-76 Н1-△ 6; l <sub>ш</sub> =530мм; расход – 170г; l <sub>сб</sub> =260-280 А, U=27-29 В.																					
06	Св. шов №20 (нест.); l <sub>ш</sub> =80мм; расход – 45г; l <sub>сб</sub> =260-280 А, U=27-29 В.																					
07	Св. шов №7 ГОСТ 14.771-76 Т1-△ 10; l <sub>ш</sub> =500мм; расход – 410г; лаварить за три прохода.																					
08	Перед наложением каждого последующего прохода предыдущий зачистить от дрызг и окалин.																					
09	l <sub>сб</sub> =280-230 А, U=28-30 В.																					
10	Св. шов №17 (нест, 6 <sup>±2</sup> <sub>-1</sub> , 2 <sup>±2</sup> <sub>-1</sub> ); l <sub>ш</sub> =500мм; расход – 100г; l <sub>сб</sub> =260-280 А, U=27-29 В.																					
11	Св. шов №16 (нест, Г-Г, 12 <sup>±2</sup> <sub>-1</sub> , 4 <sup>±2</sup> <sub>-1</sub> ); l <sub>ш</sub> =640мм; расход – 730г; l <sub>сб</sub> =280-300 А, U=28-30 В.																					
12	Св. шов №6 ГОСТ 14.771-76 Т1-△ 8; l <sub>ш</sub> =502мм; расход – 270г; l <sub>сб</sub> =260-280 А, U=27-29 В.																					
13	Св. шов №2 ГОСТ 14.771-76 У4; l <sub>ш</sub> =770мм; расход – 420г; l <sub>сб</sub> =260-280 А, U=27-29 В.																					
14	Св. шов №9 ГОСТ 14.771-76 Н1-△ 4; l <sub>ш</sub> =630мм; расход – 130г; l <sub>сб</sub> =150-180 А, U=22-24 В.																					
15	Св. шов ГОСТ 14.771-76 Т1-△ 5; l <sub>ш</sub> =125мм; расход – 30г.																					
16	Св. шов №15 (нест, 4 <sup>±2</sup> <sub>-1</sub> , У1-У1); l <sub>ш</sub> =480мм; расход – 100г; l <sub>сб</sub> =260-280 А, U=27-29 В.																					
	МК.																					
	20.																					

ЛОС 31118-82 Фарма 1															
Добл.															
Взам.															
Подл.															
	Изм. Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм. Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разработ.															
Проб.					ФЮРАКС-55722.310.274										
Н. контр.					Секция верхняя						У				
М 01															
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код. загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции			Обозначение документа							
Б	Код. наименование обработки				СМ	Проф.	Р	УГ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	П.з.	Лшт.
03	2. Кантовать сд. ед. на 90° четыре раза.														
04	Отверстия и механически обработанные поверхности деталей и сд. ед. поз. 3, поз. 5,														
05	поз. 9, поз. 11 предохранять от попадания брызг металла при сварке.														
06	3. Клеймить клеймо сварщика.														
07	Очки ЗПР, молоток, зубила, щётки стальные, асбестовый, комплект клеев.														
08															
09	065 Сварка														
10	Подставка цеховые.														
11	1. Разметить и установить по на сд. ед. лист поз. 12 (В-В).														
12	Выдержать размеры: 180±2; 84±2.														
13	2. Установить на сд. ед. согласно чертежу лист поз. 13 (вид 4).														
14	Выдержать размер: 38±1,5 (Н-Н).														
15	Выдержать соосность отв. Ø36 в листах поз. 12 и поз. 13 (сечение Н-Н).														
16	Допуск соосности 0,5 мм.														
	МК.														
	21														

1001 31118-82 Фарма 1															
Добл.															
Взам.															
Подл.															
	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист				
	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись				
	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата				
	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.				
Разработ.	ФЮРАКС-55722.310.274														
Проб.	Секция верхняя														
Н. контр.											У				
М 01															
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код. загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код. наименование обработки				СМ	Проф.	Р	УГ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	П.з.	Лшт.
03	Вал установочный цеховой $\phi 36_{-0,3}$ $l=100$ мм. После прихватки вал снять.														
04	3. Установить на сб. ед. согласно чертежу лист поз. 22 (В-В).														
05	4. Установить на сб. ед. полудлок поз. 8 (Н-Н) согласно чертежу. Выдержат														
06	параллельность полудлока поз. 8 относительно базы Д. Допуск параллельности 2мм.														
07	Выдержат симметричности полудлока поз. 8 относительно базы Е.														
08	Допуск симметричности 2мм.														
09	5. Установить на сб. ед. согласно чертежу два ребра поз. 14 (Н-Н).														
10	Выдержат размер $5 \pm 1$ .														
11	6. Установить на сб. ед. два уголка поз. 16 (вид Ж). Выдержат размер $0^{+2}$ .														
12	7. Установить на сб. ед. два ребра поз. 17 (вид Ж).														
13	8. Подогнать детали при сборке.														
14	9. Придержат детали при прихватке.														
15	Очки ЗПР, молоток, чертилка, линейка, вал установочный цеховой $\phi 36_{-0,3}$ , $l=100$ мм,														
16	штангенрейсмасс, резак газодый.														
	МК.														
	22														



ГОСТ 31118-82 Форма 1										
Добл.										
Взам.										
Подл.										
	Изм. Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм. Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разработ.										
Проб.						ФЮРАКС-55722.310.274				
Н. контр.						Секция верхняя				У
М 01										
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	К/М	Код. загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции					
Б	Код. наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР
03								КОИД	ЕН	ОП
04										шт.
05										Т=5,04'
06										
07										
08										
09										
10										
11										T=21,0'
12										
13										
14										
15										
16										
										МК.
										23

ГОСТ 31118-82 Фарма 1											
Добл.											
Взам.											
Подл.											
	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист
	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.
	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись
	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата
Разработ.											
Проб.											
	ФЮРАКС-55722.310.274										
Н. контр.											У
	Секция верхняя										
М 01											
М 02											
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код. загот.	Проф.	Р	УТ	КД
											МЗ
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КМД
Б					Код. наименование обработки					ЕН	ОП
03					Св. шов №11 (нест, 2 <sup>+2</sup> , 0 <sup>+2</sup> , 10 <sup>+2</sup> , Щ); l <sub>ш</sub> =200мм; расход - 45г.						
04					Св. шов №19 (нест, 5 <sup>+2</sup> , 6 <sup>+2</sup> , 6 <sup>+2</sup> , Д); l <sub>ш</sub> =952мм; расход - 210г.						
05					Св. шов №18 (нест, 0 <sup>+2</sup> , 3 <sup>+2</sup> , 9 <sup>+2</sup> , В); l <sub>ш</sub> =340мм; расход - 70г.						
06					Св. шов №3 ГОСТ 14.771-76 У6; l <sub>ш</sub> =155мм; расход - 35г.						
07					Св. шов №12 (нест, 4 <sup>+2</sup> , 6 <sup>+2</sup> , 3); l <sub>ш</sub> =200мм; расход - 45г.						
08					Св. шов №2 ГОСТ 14.771-76 У6; l <sub>ш</sub> =90мм; расход - 35г.						
09	2. Клеймить клеймо сварщика										
10	Очки ЗПР, молоток.										
11	Отверстия и механически обработанные поверхности деталей и сборочных единиц										
12	поз. 8, поз. 12, поз. 13 предохранить от попадания брызг металла при сварке.										
13	Асботкань.										
14	3. Кантовать сб. ед. на 90° четыре раза.										
15											
16											
	МК.										
	24										

ГОСТ 31118-82 Форма 1											
Добл.											
Взам.											
Подл.											
	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист
	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.
	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись
	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата
Разработ.	ФЮРАКС-55722.310.274										
Проб.											
Н. контр.	Секция верхняя										
М 01	У										
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Нрасх.	КИМ	Код. загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД
Б	Обозначение документа										
03	Код. наименование оборудования										
	080 Сборка										
04	Кран мостовой, строп 129289, подставка цеховые.										
05	1. Разметить и установить по разметке на сб. ед. четыре панели поз. 4 (зл. вид).										
06	Выдержат размеры: $0^{+2}$ (сечение Н-Н) четыре раза, $40 \pm 2$ (злвный вид) два раза,										
07	$314^{+6}$ (сечение Н-Н), $90 \pm 2$ (вид 4), $85 \pm 2$ .										
08	Выдержат перпендикулярность панели поз. 4 относительно базы Д.										
09	Допуск перпендикулярности 2мм.										
10	2. Установить на сб. ед. четыре накладки поз. 23 согласно чертежу (сечение Н-Н).										
11	3. Разметить и установить по разметке на сб. ед. восемь скоб поз. 25 (вид 4).										
12	Выдержат размеры: $102^{+2}$ , $152^{+2}$ .										
13	Выдержат симметричность скоб поз. 25 относительно базы И.										
14	Допуск симметричности 2мм.										
15	Выдержат симметричность скоб поз. 25 относительно базы Ш.										
16	Допуск симметричности 2мм.										
	МК.										
	Т=4,62'										
	25										





ТОСТ 31118-82 Фарма 1															
Добл.															
Взам.															
Подл.															
	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	
	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	
	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	
	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	
Разработ.															
Проб.	ФЮРАКС-55722.310274														
	Секция верхняя														
Н. контр.															
М 01															
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код. загот.	Профиль и размеры						КД	МЗ
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции			Обозначение документа							
Б	Код. наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	П.з.	Лшт.
03	Допуск симметричности 1мм.														
04	Выдержатъ симметричность пластиков поз. 24 относительно базы Т.														
05	Допуск симметричности 1мм.														
06	3. Придержатъ детали при прихватке.														
07	4. Подогнатъ детали при сборке.														
08	Очки ЗПР, линейка, чертилка, молоток, штангенрейсмас, набор щупов.														
09															
10	100 Сварка														T=162'
11	Пост для сварки в смеси газов Ar+CO <sub>2</sub> .														
12	Прихватить детали в порядке установки к сб. ед.														
13	Количество прихваток – 16 шт. l <sub>прихв</sub> = 10–15мм.														
14	I <sub>сб</sub> = 150–180 А, U = 22–24 В.														
15															
16															
	МК.														28

ГОСТ 31118-82 Фарма 1											
Добл.											
Взам.											
Подл.											
	Изм. Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм. Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разработ.											
Проб.						ФЮРАКС-55722.310.274					
Н. контр.						Секция верхняя					У
М 01											
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код. загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции						
Б					Код. наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД
03											Т=2,04'
04											
05											
06											
07											
08											
09											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
											МК.
											29

1001 31118-82 Фарма 1											
Добл.											
Взам.											
Подл.											
	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист
	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.
	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись
	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата
Разработ.											
Проб.											
	ФУРАКС-55722.310274										
Н. контр.											У
	Секция верхняя										
М 01											
М 02											
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код. загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции	СМ	Проф.	Р	УГ	КР	КОИД
Б	Код. наименование оборудования										
03	110 Слесарная										
04	Кран-балка Q=3,2т, строп 129289, подставки цеховые.										
05	1. Зачистить сб. ед. от сварочных брызг.										
06	2. Кантовать сб. ед. во время зачистки на 180°.										
07	3. Зачистить место под маркировку и клеймение на листе верхнем поз. 6 согласно чертежу.										
08											
09	4. Маркировать обозначение сб. ед. на листе верхнем поз. 6.										
10	5. Клеимить клеимо БТК.										
11	6. Сдавать мастерц.										
12	7. Предъявить БТК.										
13	Очки ЗПР, молоток, линейка, штангенрейсмас, набор щупов, линейка поверочная,										
14	угольник, машина ручная пневматическая шлифовальная ИР2014Б, круг шлифовальный										
15	ПП 150×25×32 V≥40м/сек, Р, наушники противошумные, респиратор ЩБ-1 "Лепесток",										
16	комплект клея, зидила, шабер.										
	МК.										
	30										







ТОСТ 37118-82 Фарма 1											
Добл.											
Взам.											
Подл.											
	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист	Изм. Лист
	№ док-м.	№ док-м.	№ док-м.	№ док-м.	№ док-м.	№ док-м.	№ док-м.	№ док-м.	№ док-м.	№ док-м.	№ док-м.
	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись	Подпись
	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата
Разработ.	ФЮРАКС-55722.310274										
Проб.	Секция верхняя										
Н. контр.											У
M 01											
M 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Нрасх.	КИМ	Код. загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ	
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции	Обозначение документа					
B	Код. наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Лит.
03	Вал контрольный $\phi 20,5_{-0,3}$ $l=100$ мм.										
04	15. Проверить соосность отв. $\phi 36$ в листе поз. 12 и листе поз. 13. Допуск соосности 0,5 мм.										
05	Вал контрольный $\phi 35,5_{-0,5}$ $l=100$ мм.										
06	16. Проверить параллельность полулока поз. 8 относительно базы Д (Н-Н).										
07	Допуск параллельности 2мм.										
08	17. Проверить симметричность полулока поз. 8 относительно базы Е.										
09	Допуск симметричности 2мм.										
10	18. Проверить перпендикулярность панели поз. 4 относительно базы Д.										
11	Допуск перпендикулярности 2мм.										
12	19. Проверить симметричность скоб поз. 25 относительно базы Ц.										
13	Допуск симметричности 2мм.										
14	20. Проверить симметричность скоб поз. 25 относительно базы Ш.										
15	Допуск симметричности 2мм.										
16	21. Проверить симметричность платиков поз. 24 относительно базы С.										
	МК.										
	33										

ГОСТ 31118-82 Фарма 1											
Добл.											
Взам.											
Подл.											
	Изм. Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм. Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разработ.											
Проб.						ФЮРАКС-55722.310274					
Н. контр.						Секция верхняя					У
М 01											
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Нрасх.	КИМ	Код. загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции			Обозначение документа			
Б					Код. наименование оборудования			СМ	Проф.	Р	УТ
03								КРИ	КОИД	ЕН	ОП
04								Кшт.	П.з.		шт.
05	Допуск симметричности 1мм.										
06	22. Проверить симметричность платиков поз. 24 относительно базы Т.										
07	Допуск симметричности 1мм.										
08	23. Проверить зачистку св. швов.										
09	24. Проверить правильность маркировки и клеймения сб. ед.										
10	25. Кантовать сб. ед. на 180°.										
11	26. Клеймить клеймо БТК.										
12	Очки ЗПР, молоток, штангенрейсмас, набор щупов, линейка, линейка поверочная.										
13											
14											
15											
16											
	МК.										
	34										

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<i>Документация</i>							
Справ. №	A1		ФЮРА.КС-55722.310.274.00.00СБ	Сборочный чертеж			
	<i>Сборочные единицы</i>						
		1	ФЮРА.КС-55722.310.274.01.00	Лист левый	1		
		2	ФЮРА.КС-55722.310.274.02.00	Лист правый	1		
		3	ФЮРА.КС-55722.310.274.03.00	Оголовок	1		
		4	ФЮРА.КС-55722.310.274.04.00	Панель	4		
	5	ФЮРА.КС-55722.310.274.05.00	Кронштейн	1			
<i>Детали</i>							
Взам. инв. №		6	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.001	Лист верхний	1		
		7	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.002	Лист нижний	1		
		8	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.003	Полублок	1		
		9	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.004	Планка	4		
		10	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.005	Панель	2		
		11	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.006	Проушина	2		
		12	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.007	Лист	1		
		13	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.008	Лист	1		
		14	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.009	Ребро	2		
		15	ФЮРА.КС-55722.310.274.00.010	Швеллер	1		
ФЮРА.КС-55722.310.274.00.000							
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Стайко				Лит.	
	Пров.	Колмагоров				Лист	
	Исконтр.	Павлов				Листов	
	Утв.					1	
<b>Секция верхняя</b>					ЮТИ ТПУ гр. 3-10А20		
Копировал					Формат А4		

