

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

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

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

| Тема работы                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ<br/>РАМЫ ПОВОРОТНОЙ КРАНА КС-5371</b> |

УДК 1: 621.757:621.791:621.873-21

Студент

| Группа | ФИО              | Подпись | Дата |
|--------|------------------|---------|------|
| 10А72  | Сайлауханов К.С. |         |      |

Руководитель

| Должность  | ФИО            | Ученая<br>степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------|------------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ | Ильященко Д.П. | к.т.н.                       |         |      |

Нормоконтроль

| Должность  | ФИО            | Ученая<br>степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------|------------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ | Ильященко Д.П. | к.т.н.                       |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность  | ФИО            | Ученая<br>степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------|------------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ | Телипенко Е.В. | к.т.н.                       |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность  | ФИО            | Ученая<br>степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------|------------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ | Солодский С.А. | к.т.н.                       |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Руководитель ООП<br>«Машиностроение» | ФИО            | Ученая<br>степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|--------------------------------------|----------------|------------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ                           | Ильященко Д.П. | к.т.н.                       |         |      |

Юрга – 2021 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

| Код компетенции                         | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| УК(У)-1                                 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| УК(У)-2                                 | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений                                                                                                                                                                                                                         |
| УК(У)-3                                 | Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| УК(У)-4                                 | Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)                                                                                                                                                                                                                                                |
| УК(У)-5                                 | Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| УК(У)-6                                 | Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни                                                                                                                                                                                                                                                        |
| УК(У)-7                                 | Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                                                                                           |
| УК(У)-8                                 | Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ОПК(У)-1                                | Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.                                                                                                                                                                                     |
| ОПК(У)-2                                | Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ОПК(У)-3                                | Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ОПК(У)-4                                | Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении. |
| ОПК(У)-5                                | Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.                                                                                                                                                     |
| <b>Профессиональные компетенции</b>     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ПК(У)-5                                 | Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ПК(У)-6                                 | Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями                                                                                                                                                                                                                   |
| ПК(У)-7                                 | Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам                                                                                                                                                                                              |
| <b>ПК(У)-8</b>   | Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений                                                                                                                                                                                      |
| <b>ПК(У)-9</b>   | Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий                                                                        |
| <b>ПК(У)-10</b>  | Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению                                         |
| <b>ПК(У)-11</b>  | Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий                                                                                                        |
| <b>ПК(У)- 12</b> | Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств                                                                                                                                            |
| <b>ПК(У)- 13</b> | Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование                                                                                                                          |
| <b>ПК(У)- 14</b> | Способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции |
| <b>ПК(У)- 15</b> | Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования                                                                                                            |
| <b>ПК(У)-16</b>  | умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ                                                                                          |
| <b>ПК(У)-17</b>  | Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения                                          |
| <b>ПК(У)-18</b>  | Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий                                                                                                          |
| <b>ПК(У)-19</b>  | Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции                                                                                                                             |

Студент гр. 10А72

Руководитель ВКР

Сайлауханов К.С.

Ильященко Д.П.

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

Институт Юргинский технологический институт

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

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП «Машиностроение»

\_\_\_\_\_ Д. П. Ильященко

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломной проект

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

Студенту:

| Группа | ФИО                             |
|--------|---------------------------------|
| 10A72  | Сайлауханову Кайрату Сериковичу |

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рамы поворотной крана  
КС-5371

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

№32–106/с от 01.02.2021г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

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

Материалы преддипломной практики

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

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

1. Обзор и анализ литературы.
2. Объект и методы исследования.
3. Разработка технологического процесса.
4. Конструкторский раздел.
5. Проектирование участка сборки-сварки.
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.
7. Социальная ответственность.

|                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Перечень графического материала</b><br/>(с точным указанием обязательных чертежей)</p> | <p>1. ФЮРА.КС-5371.1311.038.000 СБ Рама поворотная 7 листов (А1).<br/> 2. ФЮРА.000001.038.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (А1).<br/> 3. ФЮРА.000002.038 ЛП План участка 1 лист (А1).<br/> 4. ФЮРА.000003.038 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1).<br/> 5. ФЮРА.000004.038 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1).<br/> 6. ФЮРА.000005.038 ЛП Схема изготовления рамы поворотной 1 лист (А1).<br/> 7. ФЮРА.000006.038 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1)</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
(с указанием разделов)

| Раздел                                                          | Консультант    |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|
| Технологическая и конструкторская часть                         | Ильященко Д.П. |
| Социальная ответственность                                      | Солодский С.А. |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Телипенко Е.В. |

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

**Реферат**

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

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО              | Подпись | Дата |
|--------|------------------|---------|------|
| 10А72  | Сайлауханов К.С. |         |      |

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

---

Институт Юргинский технологический институт

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

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 – 2021 учебного года)

Форма представления работы:

|                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Дипломный проект</b><br>(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

|                                          |  |
|------------------------------------------|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: |  |
|------------------------------------------|--|

| Дата контроля | Название раздела (модуля)/<br>Вид работы (исследования)            | Максимальный<br>балл раздела (модуля) |
|---------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 17.02.2021    | Обзор и анализ литературы                                          | 10                                    |
| 25.02.2021    | Объекты и методы исследования                                      | 15                                    |
| 12.03.2021    | Разработка технологического процесса                               | 15                                    |
| 15.04.2021    | Конструкторский раздел                                             | 15                                    |
| 26.04.2021    | Проектирование участка сборки-сварки                               | 15                                    |
| 11.05.2021    | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и<br>ресурсосбережение | 15                                    |
| 20.05.2021    | Социальная ответственность                                         | 15                                    |

**Составил преподаватель:**

| Должность                | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|--------------------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент к.т.н. ЮТИ<br>ТПУ | Ильященко Д.П. | к.т.н.                    |         |      |

**СОГЛАСОВАНО:**

| Руководитель ООП<br>«Машиностроение» | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|--------------------------------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ                           | Ильященко Д.П. | к.т.н.                    |         |      |

Юрга – 2021 г.

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

Студенту:

|        |                                 |
|--------|---------------------------------|
| Группа | ФИО                             |
| 10А72  | Сайлауханову Кайрату Сериковичу |

|                     |             |                           |                                                                                                   |
|---------------------|-------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Институт            | ЮТИ ТПУ     | Направление/специальность | 15.03.01<br>«Машиностроение»<br>профиль «Оборудование<br>и технология сварочного<br>производства» |
| Уровень образования | Бакалавриат |                           |                                                                                                   |

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

Оценка стоимости производства по предлагаемому технологическому процессу рамы поворотной крана КС-5371

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

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

### Перечень графического материала:

|                                                                                          |                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию</i> | Лист-плакат<br>Основные технико-экономические показатели<br>ФЮРА.000004.038 ЛП |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|

### Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

### Задание выдал консультант:

| Должность  | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ | Телипенко Е.В. | К.Т.Н.                    |         |      |

### Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 10А72  | Сайлауханов Кайрат Серикович |         |      |

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

|               |                                 |
|---------------|---------------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                      |
| 10А72         | Сайлауханову Кайрату Сериковичу |

|                        |                                          |                           |                         |
|------------------------|------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Институт               | Юргинский<br>технологический<br>институт | Отделение                 |                         |
| Уровень<br>образования | Бакалавриат                              | Направление/специальность | 15.03.01 Машиностроение |

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки рамы основной 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) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul> | <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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i></li> <li>– <i>действие фактора на организм человека;</i></li> <li>– <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i></li> <li>– <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i></li> </ul> | <p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>                     |
| <p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>                                                         | <p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 3. Охрана окружающей среды:<br>защита селитебной зоны<br>анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);<br>анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);<br>анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);<br>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. | Вредные выбросы в атмосферу.                                    |
| 4. Защита в чрезвычайных ситуациях:<br>перечень возможных ЧС на объекте;<br>выбор наиболее типичной ЧС;<br>разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;<br>разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;<br>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий                      | Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.                      |
| 5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:<br>специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;<br>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны                                                                                                      | Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.        |
| <b>Перечень графического материала:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                 |
| При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)                                                                                                                                                                                                           | Лист-плакат<br>Система вентиляции участка<br>ФЮРА.000003.038 ЛП |

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО              | Подпись | Дата |
|--------|------------------|---------|------|
| 10А72  | Сайлауханов К.С. |         |      |

## Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 137 с., 3 рис., 17 табл., 75 источников и 3 приложения.

Ключевые слова: рама поворотная крана, сталь, оборудование, приспособление, режимы сварки, свариваемость, технологичность.

Объектом исследования является технология изготовления сварной конструкции рамы поворотной крана КС-5371.1311.000.000.

Цель работы – разработка технологии и проектирование участка сборки сварки рамы поворотной крана КС-5371.1311.000.000.

В процессе выполнения ВКР проводились: литературный обзор по исследуемой тематике, выбор метода сварки, сварочных материалов и сварочного оборудования, проектирование сборочно-сварочного приспособления, разработка технологического процесса, определение методов и методик исследований, произведен анализ вредных и опасных производственных факторов на участке, расчет себестоимости изготовления изделия.

В результате выполнения ВКР был разработан технологический процесс сборки-сварки рамы поворотной крана КС-5371.1311.000.000, спроектировано сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.038.00.000 СБ, план участка ФЮРА.000002.038 ЛП, система вентиляции участка ФЮРА.000003.038 ЛП и рассчитали основные технико-экономические показатели ФЮРА.000004.038 ЛП.

## **Abstract**

The final qualification work consists of 137 pages, 3 figures, 17 tables, 75 sources and 3 appendices.

Keywords: crane swing frame, steel, equipment, device, welding modes, weldability, manufacturability.

The object of research is the technology of manufacture of welded frame construction crane KS-5371.1311.000.000.

The aim of this work is the development of technology and design section Assembly welding frame crane KS-5371.1311.000.000.

In the process of conducted research: literature review on the topic the choice of method of welding, welding consumables and welding equipment, design, Assembly and welding fixtures, development of technological process, the definition of the methods and techniques of research, analysis of harmful and dangerous production factors in the area, calculation of the cost of manufacturing the product.

As a result of the research, the technological process of assembly-welding of the frame of the rotary crane KS-5371.1311.038.000, was developed FY.000002.038 LP, the assembly and welding device FY.000001.038.00.000 LP, the site plan FY.000003.038 LP, the site ventilation system were designed and the main technical and economic indicators were calculated FY.000004.038 LP.

## Содержание

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение                                                                                                        | 16 |
| 1 Обзор и анализ литературы                                                                                     | 17 |
| 2 Объект и методы исследования                                                                                  | 24 |
| 2.1 Описание сварной конструкции                                                                                | 24 |
| 2.2 Требования нормативной документации, предъявляемые к конструкции                                            | 25 |
| 2.2.1 Требования к подготовке кромок                                                                            | 26 |
| 2.2.2 Требования к сварке при прихватке                                                                         | 26 |
| 2.2.3 Требования к сварке при отрицательной температуре                                                         | 27 |
| 2.2.4 Требования к сборке сварного соединения                                                                   | 29 |
| 2.2.5 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев. Требования к клеймению шва   | 30 |
| 2.2.6 Требования к оформлению документации                                                                      | 32 |
| 2.2.7 Требования к контролю                                                                                     | 33 |
| 2.3 Методы проектирования                                                                                       | 35 |
| 2.4 Постановка задачи                                                                                           | 35 |
| 3 Разработка технологического процесса                                                                          | 37 |
| 3.1 Анализ исходных данных                                                                                      | 37 |
| 3.1.1 Основные материалы                                                                                        | 37 |
| 3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки                                                                        | 41 |
| 3.1.3 Выбор сварочных материалов                                                                                | 43 |
| 3.2 Выбор технологических режимов                                                                               | 47 |
| 3.3 Выбор сварочного оборудования                                                                               | 47 |
| 3.4 Выбор оснастки                                                                                              | 48 |
| 3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной степени разбиения конструкции на сборочные единицы | 50 |
| 3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование                                                  | 51 |
|                                                                                                                 | 12 |

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.6.1. Визуальный и измерительный контроль                                          | 52 |
| 3.6.2. Требования к выполнению визуального и измерительного контроля                | 53 |
| 3.6.3. Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений. | 54 |
| 3.6.4. Ультразвуковой контроль                                                      | 54 |
| 3.6.5. Подготовка поверхности к контролю                                            | 55 |
| 3.7 Разработка технической документации                                             | 56 |
| 3.8 Техническое нормирование операций                                               | 58 |
| 3.9 Материальное нормирование                                                       | 61 |
| 4. Конструкторский раздел                                                           | 64 |
| 4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений                                | 64 |
| 4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений                              | 64 |
| 4.3 Работа сборочно-сварочных приспособлений                                        | 65 |
| 5 Проектирование участка сборки-сварки                                              | 67 |
| 5.1 Состав сборочно-сварочного цеха                                                 | 67 |
| 5.2 Расчет основных элементов производства                                          | 68 |
| 5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования                        | 68 |
| 5.2.2 Определение состава и численности рабочих                                     | 69 |
| 5.3 Пространственное расположение производственного процесса                        | 70 |
| 5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха                       | 70 |
| 5.3.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха                       | 72 |
| 6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение                   | 73 |
| 6.1 Финансирование проекта и маркетинг                                              | 73 |
| 6.2 Экономический анализ техпроцесса                                                | 73 |
| 6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды                          | 74 |
| 6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления            | 74 |
| 6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование                   | 76 |
|                                                                                     | 13 |

|         |                                                                                        |     |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.2.1.3 | Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями | 76  |
| 6.2.2   | Расчет себестоимости единицы продукции                                                 | 77  |
| 6.2.2.1 | Определение затрат на основные материалы                                               | 77  |
| 6.2.2.2 | Определение затрат на сварочные материалы                                              | 78  |
| 6.2.2.3 | Определение затрат на заработную плату                                                 | 79  |
| 6.2.2.4 | Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих                         | 79  |
| 6.2.2.5 | Заработная плата административно-управленческого персонала                             | 81  |
| 6.2.2.6 | Определение затрат на силовую электроэнергию                                           | 81  |
| 6.2.2.7 | Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования                           | 82  |
| 6.2.2.8 | Определение затрат на содержание помещения                                             | 83  |
| 6.3     | Расчет технико-экономической эффективности                                             | 85  |
| 6.4     | Основные технико-экономические показатели участка                                      | 85  |
| 7       | Социальная ответственность                                                             | 87  |
| 7.1     | Описание рабочего места                                                                | 87  |
| 7.2.    | Законодательные и нормативные документы                                                | 88  |
| 7.3     | Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды                | 90  |
| 7.3.1   | Обеспечение требуемого освещения на участке                                            | 97  |
| 7.4     | Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды                   | 97  |
| 7.4.1   | Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов                                | 100 |
| 7.5     | Охрана окружающей среды                                                                | 101 |
| 7.6     | Защита в чрезвычайных ситуациях                                                        | 102 |
| 7.7     | Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности                            | 103 |
|         | Заключение                                                                             | 104 |
|         | Библиография                                                                           | 105 |
|         |                                                                                        | 14  |

|                                                                |      |
|----------------------------------------------------------------|------|
| Приложение А (Спецификация изделия)                            | 113  |
| Приложение Б (Спецификация сборочно-сварочного приспособления) | 115  |
| Приложение В (Технологический процесс)                         | 116  |
| Диск CD (В конверте на обороте обложки)                        |      |
| Графический материал                                           |      |
| ФЮРА.5371.1311.038.000 СБ Рама поворотная сборочный чертеж     | A1x7 |
| ФЮРА.000002.038 ЛП План участка                                | A1   |
| ФЮРА.000001.038.00.000 СБ Сборочно-сварочное приспособление    | A1   |
| ФЮРА.000003.038 ЛП Система вентиляции участка                  | A1   |
| ФЮРА.000004.038 ЛП Основные технико-экономические показатели   | A1   |
| ФЮРА.000005.038 ЛП Схема сборки рамы поворотной                | A1   |
| ФЮРА.000006.038 ЛП Карта организации труда                     | A1   |

## **Введение**

Сварка – один из наиболее широко распространенных технологических процессов получения неразъемных соединений. Основное применение находит сварка металлов и их сплавов при сооружении новых конструкций, ремонте различных изделий, машин и механизмов и т.д. Прочность сварного соединения в большинстве случаев не уступает прочности основного металла.

Сварочное производство является одной из ведущих областей машиностроения. Во всех отраслях машиностроения внедряются производительные экономически выгодные технологические процессы сварки, позволяющие обрабатывать большинство конструкционных материалов от десятых долей миллиметра до нескольких десятков миллиметров различных марок. Уровень развития сварочной техники служит базой для увеличения производительности труда, экономии материалов и энергии, а также повышения качества и снижения себестоимости сварной конструкции.

Сварочное производство решает задачи по повышению эффективности производства, в результате научно-технического прогресса и развития экономики по интенсивному пути. Для этого применяют эффективные системы управления, новые машины и оборудование, технологические процессы, которые должны обеспечивать высокую механизацию и автоматизацию производства, рост производительности труда и связанное с этим высвобождение рабочих.

Механизация и автоматизация производства являются средством повышения производительности труда, позволяющие повысить качество сварного изделия, улучшить условия труда. В современных условиях сварочного производства первостепенное значение приобретает повышение производительности труда в результате лучшего использования рабочей силы, оборудования и оснастки в процессе производства.

## 1 Обзор и анализ литературы

При подготовке и выполнении данной работы были изучены статьи [1 – 5] с нововведениями в сфере механизированной сварке в защитных газах, технике сварки, применяемом оборудовании и оснастки.

В статьях [6 – 9] рассмотрена цепочка взаимных связей между сварочными материалами, сварочными источниками и режимами сварки. Одним из определяющим звеном в этой цепочке является выбор правильного источника питания.

В данное время самым современным и распространённым источником питания является инверторный.

Инверторный источник питания имеет ряд преимуществ по сравнению с другими источниками. Таких как: энергоэффективность, высокий КПД, малые габариты и вес, стабильный процесс сварки, высокую мощность и универсальность.

Инверторные источники питания получили продуманную инновационную конструкцию, которая сделала эти портативные, мощные, многозадачные устройства достаточно надежными для применения даже в самых тяжелых условиях эксплуатации. В результате это позволило свести к минимуму потери времени. Главная отличительная черта инверторных сварочных аппаратов – это удобство и энергоэффективность [10].

В инверторном сварочном аппарате сила сварочного тока нужной величины достигается преобразованием высокочастотных токов, а не путем преобразования ЭДС в катушке индукции (как в трансформаторных аппаратах).

Современные инверторные источники питания позволяют выполнять сварку с высоким качеством. Во-первых, это определяется высокой частотой коммутации. Во-вторых, тем, что по отношению к технологическому процессу аппарат является полностью управляемым. Основной источник брака при

сварке — это человеческий фактор, который можно разделить на две условные категории [11]:

1 Работник вносит в сварочный процесс различного рода возмущения (неправильный угол наклона электрода по отношению к свариваемому изделию, неправильная высота удержания электрода и т.д.);

2 Неправильный выбор режима сварки по отношению к типу металла свариваемого изделия (сталь, медь, алюминий и т.д.).

Чтобы исключить второй аспект, можно воспользоваться новыми инверторными источниками питания. На данных источниках мы задаем исходные данные (металл, сварочная проволока, защитный газ и т.д.) и источник сам настраивает режимы. Авторы статей [12 – 14] пишут, что современные источники питания развиваются в области импульсных технологий.

В статьях [15 – 19] рассматривают импульсные технологии в сфере сварочного производства. Авторы этих статей выявили ряд преимуществ развитие импульсных технологий в сварочном производстве.

Импульсные процессы – один из методов, помогающих добиться высокого качества с большой производительностью. Они позволяют снизить разбрызгивание, что сказывается на внешнем виде сварных соединений и снижает затраты на последующую механическую обработку. Сниженное тепловложение позволяет значительно снизить сварочные деформации, а также производить сварку в положениях, отличных от нижнего. Управляемый перенос металла помогает улучшить качество сварки. Данный метод является одним из самых лучших и эффективных. Все эти преимущества приводят к достаточно ощутимой экономии бюджета производства [20].

Сейчас многие производители сварочного оборудования предлагают процесс сварки сжатой короткой дугой. Форсированная дуга имеет ряд преимуществ перед дугой со струйным переносом [20]:

– глубокое проплавление благодаря увеличенному давлению дуги на ванну жидкого металла;

– отсутствие подрезов благодаря короткой дуге;

– высокая производительность, обусловленная более высокой скоростью сварочного процесса и увеличением коэффициента наплавки (уменьшение числа проходов);

– уменьшение необходимой ширины разделки.

Электрические процессы при сварке короткой дугой. Короткая дуга при механизированной сварке в активных газах получается не с помощью манипуляций горелкой, а благодаря низкому напряжению источника. Например, при сварке в углекислом газе с напряжением  $U_{II} < 25\text{--}30$  В самоустанавливается дуга длиной не более 5 мм. Короткая дуга обладает заметными технологическими преимуществами, что вынуждает мириться с серьезным недостатком такого процесса — частыми короткими замыканиями капли на ванну, которые принято называть естественными или технологическими.

Процесс сварки короткой дугой имеет периодический двухстадийный характер (рисунок 1). На стадии дугового разряда (1) происходит плавление электрода и образование капли. Дуговая стадия продолжается в течение времени  $t_D = 3\text{--}150$  мс. По мере роста капли при непрерывной подаче электрода и встречном движении колеблющейся ванны длина дуги сокращается, а напряжение падает. Затем капля касается ванны, при этом дуга гаснет, напряжение резко снижается до  $U_K$ , а ток возрастает до пикового значения  $I_{КП}$  — идет стадия короткого замыкания. Ее длительность  $t_{КК} = 1\text{--}20$  мс. В начале этой стадии (2) капля касается ванны на очень небольшой площади. Искривление линий тока, проходящих через узкую жидкую перемычку между каплей и ванной, вызывает появление электродинамических сил пинч-эффекта, сжимающих перемычку и препятствующих переходу капли в ванну. Но при благоприятном ходе переноса капля сливается с ванной и начинает перетекать в нее (3). Это приводит к образованию узкой перемычки уже между каплей и электродом. Окончательное разрушение перемычки происходит под действием электродинамических сил пинч-эффекта, а также благодаря перегреву и взрывному испарению металла перемычки в результате

возрастания в ней плотности тока (4). После разрыва цепи короткого замыкания дуга возникает самопроизвольно с кратковременным всплеском напряжения повторного зажигания  $U_3$  (5). Затем напряжение устанавливается на уровне  $U_д$ , а ток снижается до  $I_д$ . Описанные явления имеют периодический характер в виде многократных повторений микроциклов «дуга–короткое замыкание» [21].

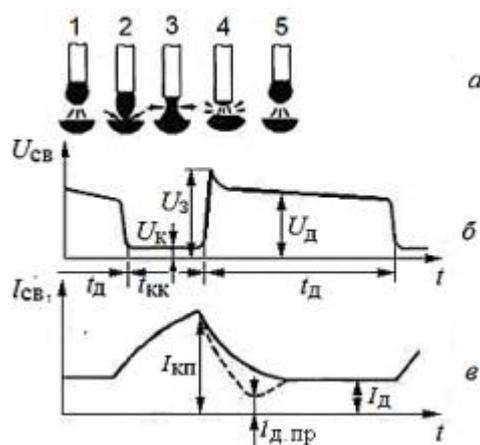


Рис. 1.1 – Процесс сварки короткой дугой (а) и схематичные осциллограммы напряжения (б) и тока (в) [21]

Ведущие производители сварочного оборудования [22 – 27] предлагают свои современные источники питания с импульсными технологиями.

Режимы сварки компании *LORCH* [22]. Сварочная технология *SpeedArc*: быстрое проплавление толстого металла. *SpeedArc XT* отличается высокой сфокусированностью и стабильной дугой в сочетании с плотностью энергии, которая на голову выше любого другого сопоставимого процесса. Обеспечивая гораздо более глубокое проникновение в основной материал во всем диапазоне мощностей, этот процесс обеспечивает уровень проникновения, с которым обычные машины *MIG-MAG* просто не могут сравниться. Повышенное давление дуги, которое подается в сварочную ванну *SpeedArc XT*, значительно увеличивает скорость сварки *MIG-MAG* во всем

диапазоне мощности, делая ее значительно быстрее, проще в управлении и, следовательно, намного экономичнее.

В результате долгих испытаний *LORCH* была получена новая сварочная дуга, обладающая большей энергетической плотностью, более сфокусированная, обеспечивающая большее давление сварочной дуги в расплаве. Так, при использовании *SpeedArc* металл толщиной 15 мм можно сварить за 1 проход (при мощности сварочных полуавтоматов от 400А).

*SpeedArc* применяется только для металлов толщиной от 8 мм. В работе с металлами меньшей толщины данный сварочный процесс и сама сварка очень нестабильна. При работе с тонким металлом *SpeedArc* теряет свой смысл, т.к. его задача – быстрая и качественная сварка толстого металла.

*Speed Puls* Импульсная высокоскоростная сварка [23]. Процесс *SpeedPuls* призван расширить возможности применения импульсной сварки для сварки различных сталей и повысить её производительность. Применение импульсной дуги при *MIG/MAG* сварке сталей было связано в основном с необходимостью обеспечения четко дозированного переноса электродного металла и как следствие обеспечение минимальных тепловложений, связанных с этим минимальных деформаций и т.п. При этом производительность и скорость сварки были существенно ниже, чем при сварке со струйным переносом электродного металла.

Компания *ESAB* предлагает скоростной перенос дуги (*SAT*) [24]. Скоростной перенос дуги (*Swift Arc Transfer™, SAT*) – это высокопроизводительный процесс *MIG* сварки неомеднённой проволокой *AristoRod™* с улучшенными характеристиками поверхности на скорости, превышающую предельную для стандартной сварки струйным переносом.

Преимуществом неомедненной проволоки *AristoRod™* перед омедненной является то, что она не так быстро загрязняет систему подачи частицами меди.

Процесс *SAT™* формирует ровный гладкий шов с хорошим проплавлением и без подрезов.

Дополнительным преимуществом является очень низкий уровень тепловложения, что приводит к минимальной деформации.

Процесс *SAT*<sup>TM</sup> разработан для роботизированной, автоматизированной и механизированной сварки. Он отлично подходит для выполнения угловых сварных швов и для сварки внахлест в нижнем положении как тонких, так и толстых листов.

Компания *Lincoln Electric* представляет технологию полуавтоматической сварки процессом *STT II (Surface Tension Transfer)* механизм переноса капли с помощью сил поверхностного натяжения [25]. Он представляет собой один из разновидностей процесса переноса короткими замыканиями, который реализуется при дуговой сварке в среде защитных газов с одним важным отличием – расплавленный металл переносится за счет сил поверхностного натяжения (относительно больших) сварочной ванны, которая втягивает в себя жидкую каплю (относительно низкие силы поверхностного натяжения) на конце проволоки. Данный вид переноса позволяет значительно сократить разбрызгивание и дымообразование в отличие от традиционных методов. Процесс прост в использовании, обеспечивает хороший контроль сварочной ванны и позволяет значительно снизить вероятность образования несплавлений. Он не требует от сварщика высокой квалификации для того, чтобы выполнить качественное сварное соединение. Кроме этого, простота процесса *STT* сокращает время обучения сварщиков.

Процесс *STT* особо рекомендуется для выполнения корневых швов при сварке труб с зазором, а также для сварки тонколистового металла. Он позволяет сваривать все стали, начиная с простой углеродистой стали, кончая сплавами с высоким содержанием никеля.

Компания *EWM* предлагает технологию *forceArc* [26]. Инновационные технологии *forceArc*<sup>®</sup> и *forceArc puls*<sup>®</sup> от *EWM* обеспечивают высокоэффективную *MIG/MAG* сварку для материалов толщиной более 5мм. *forceArc*<sup>®</sup> и *forceArc puls*<sup>®</sup> позволяют достичь максимальной стабильности

сварочной дуги и идеальный провар шва, заметно сокращая образование брызг и затраты на механическую обработку.

Инверторы с технологией *forceArc*® и *forceArc puls*® EWM подходят как для ручной, так и автоматической сварки сплавов алюминия, углеродистых, низко- и высоколегированных сталей, что позволяет широко применять технологию в машиностроении, судостроении и приборостроении, а также для производства металлоконструкций и промышленного оборудования.

Вывод: на основе рассмотренных выше статей выберем инверторный источник питания компании *LORCH* со сварочной технологией *SpeedPulse*. Так как при стандартной импульсной сварке с каждым импульсом передается только одна капля, *SpeedPulse* обеспечивает почти постоянный перенос капель на деталь. Благодаря струйному переносу металла, работа на импульсном сварочном полуавтомате *Lorch SpeedPulse* быстрее на 48 % при значительной экономии на сварочной проволоке.

## **2 Объект и методы исследования**

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

Объектом исследования в данной выпускной квалификационной работе является разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рамы поворотной крана КС-5371.1311.000.000

Применяемыми методами исследования в данной ВКР были теоретический и практический. Проводился анализ современной литературы в этой области производства.

На основе полученных результатов исследования разрабатываются эргономические и экономические мероприятия, которые совместно с технологической частью должны обеспечивать возможность создания наиболее современного и передового по техническому уровню и высокоэффективного сборочно-сварочного участка по выпуску продукции, при ее себестоимости, обуславливающей рентабельность производства и кратчайшие сроки окупаемости капитальных затрат.

### **2.1 Описание сварной конструкции**

Рассматриваемая конструкция – рама поворотная крана самоходного на коротко-базовом шасси КС-5371.1311.000.000 Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.КС-5371.1311.038.000 СБ. Поворотная рама представляет собой сложную сварную конструкцию, состоящую из восьми сборочных единиц: площадки, рамы и шести кронштейнов. Конструкция изготавливается из сталей 10ХСНД и Ст3 пс5.

Химический состав сталей 10ХСНД и СтЗпс5 представлен в таблице 3.1 и 3.3.

## **2.2 Требования нормативной документации, предъявляемые к конструкции**

Рама поворотная крана самоходного на коротко-базовом шасси КС-5371.1311.000.000 относится к грузоподъемному оборудованию. РД 36-62-00 «Оборудование грузоподъемное» руководящий нормативный документ устанавливает общие требования к изготовлению, приемки, испытаниям, комплектации, консервации и транспортировке грузоподъемных машин [28].

– Приказ от 11 декабря 2020 года № 519 “Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности “Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах” [67];

– ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями № 1, 2, 3);

Настоящий документ устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварочных швов в зависимости от сварочного соединения, наличия скоса кромок и т.д. [68]

– СТО 9701105632-003-2021 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю»;

– Ультразвуковой метод контроля проводится в соответствии с ГОСТ 14782-86.

### **2.2.1 Требования к подготовке кромок**

Кромки под сварку обрабатывают способом, который обеспечивает необходимые формы, размеры, шероховатости, которые указываются в рабочих чертежах.

Размеры и допуски после обработки кромок под сварку должны соответствовать требованиям для дуговой сварки в защитном газе ГОСТ 14771-76 и ГОСТ 23518-79.

Свариваемые кромки и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм перед сборкой необходимо очистить от грязи, ржавчины, масла, влаги и др.

После кислородной и дуговой резки кромки заготовок необходимо очистить от шлака, брызг, наплывов металла. Точность и качество деталей должно соответствовать ГОСТ 14792-80 «Детали и заготовки, вырезаемые кислородной и плазменно-дуговой резкой. Точность и качество поверхности реза»

Не прямолинейность реза не должна превышать 1 мм, а все наплывы следует удалить и зачистить.

Необходимость механической обработки кромок деталей определяется согласно чертежам и технологической документации.

Если после машинной кислородной резки высота неровностей реза не превышает 0,3 мм, то обработку кромок можно не производить [28].

### **2.2.2 Требования к сварке при прихватке**

Прихватки элементов сварных конструкций должен выполнять сварщик той же квалификации, что и при сварке, при этом используются те же сварочные материалы. Сварочные материалы могут отличаться, если

прихватка и сварка выполняются различными видами сварки (например, прихватка ручной сваркой, а сварка полуавтоматом или автоматом).

Прихватки элементов сварных несущих конструкций должен выполнять сварщик, прошедший аттестацию в соответствии с правилами аттестации сварщиков Госгортехнадзора и имеющий соответствующее удостоверение.

Прихватки нужно располагать в местах расположения сварных швов.

Технологический процесс изготовления определяет количество, размеры и порядок их наложения.

В процессе наложения швов проектного сечения прихватки необходимо переплавить.

Для временного соединения деталей допускается наложение прихваток вне мест расположения швов, если это не создает добавочных концентраторов напряжений. В дальнейшем такие прихватки необходимо удалить и зачистить места из расположения.

После сборочных работ швы прихваток и места под сварку необходимо зачистить от шлака, брызг и окалины.

Если прихватки имеют дефекты, их необходимо удалить и выполнить заново [28].

### **2.2.3 Требования к сварке при отрицательной температуре**

Ручная и механизированная сварка стальных металлоконструкций производится без подогрева при температуре воздуха, не ниже указанной в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Температура окружающего воздуха, при которой разрешается производить ручную и механизированную сварку стальных конструкций без подогрева [28]

| Толщина стали,<br>мм                                                                                                                                                                                                                       | Температура воздуха, °С |                                                 |                         |                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                            | Углеродистая сталь      |                                                 | Низколегированная сталь |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                            | Тип конструкции         |                                                 |                         |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                            | Решетчатые              | Листовые<br>объемные и<br>сплошные<br>стенчатые | Решетчатые              | Листовые<br>объемные и<br>сплошные<br>стенчатые |
| До 16<br>(включительно)                                                                                                                                                                                                                    | -20                     | -20                                             | -20                     | -20                                             |
| Свыше 16 до<br>30                                                                                                                                                                                                                          | -15                     | -15                                             | -10                     |                                                 |
| » 30 до 40                                                                                                                                                                                                                                 | -10                     | -10                                             | 0                       | 5                                               |
| » 40                                                                                                                                                                                                                                       | 0                       | 0                                               | 5                       | 10                                              |
| Примечание. Ручную и механизированную сварку при температуре выше минус 20°С, но ниже указанной в таблице, необходимо производить с подогревом стали до 100 - 150 °С, в зоне выполнения сварки на ширину не менее 100 мм с каждой стороны. |                         |                                                 |                         |                                                 |

Сварка при отрицательной температуре (без подогрева) выполняется той же сварочной проволокой, что и при положительной температуре.

Если температура воздуха не ниже -20°С, то автоматическую сварку конструкций из углеродистой и низколегированной стали можно выполнять по той же технологии, что и при положительной температуре, при условии обеспечения необходимого качества сварного шва.

Автоматическую сварку можно вести при более низких температурах, но по специальной технологической документации, которая предусматривает

увеличение тепловложения, снижение скорости охлаждения, что должно обеспечить получение качественного сварного соединения.

Если температура воздуха ниже минус 5°C, то все швы необходимо заварить полностью, последовательность предусматривается технологическим процессом сварки.

Допускаются перерывы только для смены электродной проволоки и зачистки сварного шва.

Не допускается прерывать сварку до выполнения заданного размера шва. Если прекращение сварки является вынужденным, то перед возобновлением процесса сварки необходимо выполнить подогрев, установленный технологией сварки.

Применение сварочных материалов, находившихся на морозе, возможно лишь после их просушки.

Перед началом холодного сезона (температура ниже минус 5°C), каждый сварщик должен пройти шестичасовую практику. Ее проводят на специальных образцах. После должны быть сварены контрольные образцы для механических испытаний.

Прошедшие данное испытание сварщики допускаются к сварке при любой более высокой температуре, а также при температуре ниже на 10°C, по сравнению с температурой на испытаниях.

Если необходимо осуществить сварку при более низкой температуре, то сварщики обязаны вновь сварить образцы для механических испытаний.

Практику при этом повторять не требуется [28].

#### **2.2.4 Требования к сборке сварного соединения**

При сборке под сварку необходимо обеспечить точность сборки деталей в пределах размеров и допусков, которые установлены рабочими чертежами и нормативными документами.

Требуемая точность обеспечивается специальными сборочно-сварочными кондукторами и приспособлениями, которые должны исключать возможность появления деформаций, не затрудняя при этом выполнение сварки.

Приспособления, используемые при сборке под сварку, необходимо периодически проверять. Периодичность проверки, а также ее порядок устанавливает предприятие-изготовитель.

Перед сборкой, детали необходимо высушить, очистить и выровнять.

Свариваемые кромки и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм перед сборкой необходимо очистить от ржавчины, грязи, масла, влаги и др.

Если необходимо перед сваркой дополнительно очистить место сварки и удалить концентрации влаги. Зачистка должна обеспечить необходимое качество.

Уступы и неровности, которые мешают правильной сборке, необходимо обработать.

Отклонения от геометрических размеров и формы, а также расположения поверхностей деталей в сборочной единице указаны на чертежах. Они должны обеспечить свободное перемещение секций крановых стрел относительно друг друга, а при раздвинутой стреле не превышать значений, указанных на чертеже [28].

### **2.2.5 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев. Требования к клеймению шва**

Сварку металлоконструкций необходимо производить в помещениях, которые исключают воздействие отрицательных атмосферных условий на качество сварных соединений.

Сварку на открытом воздухе допускается производить при условии применения специальных защитных приспособлений, которые надежно защищают место сварки и свариваемые поверхности от попадания осадков и ветра.

Механизированную сварку в защитных газах необходимо производить проволокой диаметром до 1,6 мм, вертикальные и потолочные швы - проволокой диаметром 0,8-1,2 мм.

Механизированную сварку в большинстве случаев выполняют с использованием выводных планок. В тех случаях, когда применение выводных планок невозможно, допускается производить сварку без них, но с обязательной заваркой кратера. При полуавтоматической сварке не рекомендуется зажигать дугу на основном металле вне границ сварного шва и выводить кратер на основной металл.

В случае перерыва в процессе сварки допускается возобновление после зачистки концевого участка сварного шва длиной не менее 50 мм и кратера от шлака. Кратер необходимо полностью перекрыть швом.

При двухсторонней сварке первым необходимо проварить корень шва, затем очистить шлак и протекший металл, после чего наложить с обратной стороны основной шов.

При многослойной сварке после наложения каждого слоя нужно зачистить швы и свариваемые кромки от шлака, обнаруженные дефекты необходимо устранить согласно технологии предприятия-изготовителя.

В случаи если применяются закрепления и обратные выгибы для выполнения определенных швов, необходимо их удалить после полного остывания детали. Сварку с закреплением деталей проводить только, если данное закрепление предусмотрено технологическим процессом.

После завершения сварки все швы, а также прилегающую к ним зону основного металла очистить от шлака, брызг, натеков металла, и удалить выводные планки. Удаление выводных планок осуществлять кислородной

резкой или механическим путем, после этого торцы швов зачистить. Запрещается удалять выводные планки ударами молотка или кувалды.

Зачистку сварных брызг разрешается не проводить в труднодоступных местах металлоконструкции, если это указано в конструкторской документации.

После выполнения сварки каждый сварщик должен поставить свое клеймо: если одну металлоконструкцию сваривает группа сварщиков, то клеймо ставится рядом с выполненным швом, если сварку выполнял один сварщик, то клеймо ставится один раз в определенном месте, которое предусматривает чертеж или технологическая документация [28].

### **2.2.6 Требования к оформлению документации**

Документация должна быть оформлена в соответствии требованиям ГОСТ Р 2.105-2019 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. ГОСТ Р 2.105-2019 Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль. ГОСТ 3.1119-83 Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие требования комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы. ГОСТ 3.1407-86 Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированные по методам сборке. ГОСТ 3.1705-81 Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила записи операции переходов [29].

Библиография оформляется по ГОСТ Р 7.0.100–2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

## 2.2.7 Требования к контролю

Требования к контролю устанавливаются на основе РД 36-62-00. Изготовленные детали, сборочные единицы и готовые грузоподъемные машины должны принять отдел технического контроля предприятия изготовителя.

Приборы и аппараты, применяемые при контроле размеров и параметров деталей, сборочных единиц и готовых грузоподъемных машин должны пройти государственную или ведомственную проверку и признаны пригодными.

ГОСТ 29266-91 контролирует точность измерений параметров.

Из партии деталей приемку должны пройти не менее 10% деталей партии, но не меньше 2.

При нахождении хотя бы одной бракованной детали, количество образцов удваивают. Если вновь обнаруживают брак, то приемка проводится на все детали этой партии.

Количество проверяемых деталей при приемке устанавливает предприятие-изготовитель и указывает их в технологической или нормативной документации.

Контроль качества сварных швов металлоконструкций производится: визуальным контролем и измерениями, ультразвуковым контролем.

Визуальный контроль и измерения выявляют наружные дефекты, ему подвергаются все швы сварного соединения.

Визуальным контролем проверяют, предварительно очищенную от шлака, брызг, подтеков металла, поверхность сварного шва и прилегающий к нему участок металлоконструкции шириной не менее 20 мм по обе стороны от сварного шва.

Визуальный контроль и измерения служат для проверки размеров и форм швов, взаиморасположения сварных деталей и сборочных единиц, перпендикулярность осей, а также смещение кромок.

Визуальный контроль сварных соединений проводят невооруженным глазом или при помощи оптических приборов.

При осмотре расчетных соединений применяют лупы десятикратного увеличения.

Визуальным осмотром выявляют прожоги, не провары корня шва, наплывы, подрезы, не заваренные кратеры, наружные трещины, пористость.

Для измерения размеров швов, которые указаны в конструкторской документации, служат шаблоны и универсальные измерительные инструменты.

Визуальный и измерительный контроль проводится в соответствии с СТО 9701105632-003-2021.

С целью проверки соответствия прочности и пластичности сварных соединений металлоконструкций проводят механические испытания контрольных образцов.

Предприятие-изготовитель устанавливает перечень сборочных единиц, которые необходимо проверить этим способом. Оно также устанавливает периодичность проведения испытаний. Механические испытания проводятся на специализированных предприятиях в соответствии с ГОСТ 6996-66.

Ультразвуковым методом контроля швов сварных соединений проверяют ответственные сварные швы объемом 100%, чтобы полностью выявить дефектные места.

Ультразвуковой метод контроля проводят при неудовлетворительных результатах механических испытаний контрольных образцов.

Основанием для проверки ультразвуковым методом контроля является инструкция по проверке качества швов сварных соединений и технологическая документация, которую разрабатывает предприятие-

изготовитель. Ультразвуковой метод контроля проводится в соответствии с ГОСТ 14782-86 [28].

## **2.3 Методы проектирования**

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

Обзор литературы — это часть исследования, в которой был рассмотрен обзор существующей литературы по теме исследования технологии и функции сварочных источников питания.

Расчетным методом рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция, экономическая часть [30].

Проектировочным методом был спроектирован участок сборки-сварки основания, сборочно-сварочное приспособление.

## **2.4 Постановка задачи**

Целью работы является разработка технологического процесса изготовления рамы поворотной, и проектирование сварочного участка.

При выполнении выпускной квалификационной работы требуется решить следующий ряд задач:

- разработать участок сборки и сварки рамы поворотной;
- произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;

- рассчитать режимы сварки и выбрать необходимое сварочное оборудование;
- произвести техническое нормирование операций, материальное нормирование;
- определить потребный состав всех основных элементов производства;
- произвести расчёт и конструирование оснастки, планировку участка сборки и сварки.

Все вышеперечисленные разработки должны обеспечить качество, технологичность и экономичность процесса изготовления изделия при оптимальном уровне механизации и автоматизации производства

### 3 Разработка технологического процесса

#### 3.1 Анализ исходных данных

##### 3.1.1 Основные материалы

Изготавливаемое изделие – рама поворотная крана КС-5371.1311.000.000 В качестве материала деталей основания используют стали следующих марок: 10ХСНД, СтЗпс (свариваемость хорошая, сварные соединения высокого качества, сварка выполняется без применения особых приемов). Выбор этих сталей обусловлен необходимостью в сочетании надежности конструкции с хорошей технологической свариваемостью и небольшой себестоимостью [31].

Сталь 10ХСНД – низколегированная сталь хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к отпускной хрупкости. Сталь предназначена для изготовления сварных металлоконструкций и различных изделий, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы, работающих при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 450 °С [32]. Химический состав и механические свойства стали 10ХСНД приведен в таблицах 3.1 и 3.2 [32].

Таблица 3.1 – Химического состава стали 10ХСНД [32]

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

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 10ХСНД [69]

| $\sigma_T$ , МПа | $\sigma_B$ , МПа | $\delta_B$ , % |
|------------------|------------------|----------------|
| 350              | 390              | 19             |

Химический состав и механические свойства стали Ст3пс ГОСТ 27772-88 приведен в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали Ст3пс [32]

| Массовая доля элементов, % |           |           |           |           |           |          |          |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| <i>C</i>                   | <i>Mn</i> | <i>Si</i> | <i>Cr</i> | <i>Ni</i> | <i>Cu</i> | <i>P</i> | <i>S</i> |
| 0,14-0,22                  | 0,4-0,65  | 0,15-0,3  | 0,3       | 0,3       | 0,3       | Не более |          |
|                            |           |           |           |           |           | 0,004    | 0,005    |

Таблица 3.4 – Механические свойства стали Ст3пс [70]

| $\sigma_T$ , МПа | $\sigma_B$ , МПа | $\delta_B$ , % |
|------------------|------------------|----------------|
| 205-245          | 370-480          | 23-26          |

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить их 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 [33].

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 неразъемное сварное соединение.

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

Особенности сварки, высокая температура нагрева, малый объем сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. – в ряде случаев вызывают нежелательные последствия:

- химический состав и структура основного металла резко отличается от химического состава, механических свойств и структуры металла шва;
- в зоне термического влияния проявляется изменение структуры и свойств основного металла;
- появление в сварных конструкциях высоких напряжений, способствующих образованию трещин;
- образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;
- возможно нарушение плотности и прочности сварного соединения из-за образования пористости и газовых раковин в наплавленном металле и другое.

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

- определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;
- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;

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

– оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

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

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

– вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса.

Первая группа дает прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п.

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

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

– первая группа – хорошо сваривающиеся стали;

– вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;

– третья группа – ограниченно сваривающиеся стали; 30

– четвертая 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, [34]:

$$C_{\text{ЭКВ}} = N + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14},$$

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

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

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10ХСНД:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,1 + \frac{0,5}{6} + \frac{0,8}{24} + \frac{0,5}{10} + \frac{0,6}{5} = 0,38\%.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для СтЗпс:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,14 + \frac{0,4}{6} + \frac{0,15}{24} + \frac{0,3}{10} + \frac{0,3}{5} = 0,30\%.$$

Сталь 10ХСНД – низколегированная конструкционная ГОСТ 19281-73 [32]. Сталь СтЗпс – углеродистая ГОСТ 1050-74 [32]. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [32]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 °С). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

### 3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Согласно обзору литературы, была выбрана импульсная сварка от компании *LORH* с технологией *SpeedPulse*.

Импульсная сварка от компании *LORH* с технологией *SpeedPulse* отвечает современным требованиям, а также наиболее эффективна в отличии от традиционной сварки *MIG/MAG* [72]:

- минимум брызг при сварке в смеси защитных газов ( $CO_2 + Ar$ );
- отсутствие перегрева и деформаций металла;
- формирование качественного сварочного шва при меньшем тепловложении в деталь;
- качественный и более глубокий провар;
- высокую скорость сварки;
- высокую производительность.

Принимаем производить сварку в смеси газа  $Ar+CO_2$  (смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона) по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 – М21, т.к. существует ряд преимуществ этой смеси [73]:

- скорость сварки по сравнению с традиционной (в защитной среде  $CO_2$ ) увеличивается в 2 раза;
- увеличение глубины провара шва, повышает его плотность, что в конечном итоге увеличивает прочность свариваемых конструкций;
- улучшение качества сварного шва: снижение пористости и неметаллических включений;
- снижение потерь электродного металла на разбрызгивание на 70-80%;
- снижение количества прилипания брызг (набрызгивания) в районе сварного шва и, следовательно, уменьшение трудоёмкости их удаления;
- повышение стабильности процесса сварки;
- лучшие условия труда — процесс сварки более гигиеничный (значительно меньшее количество дыма, сварных аэрозолей сохраняют здоровье сварщика).
- экономия средств (уменьшает расход электроэнергии и сварочной проволоки, сокращает затраты на зачистные работы и подготовку сварных швов, увеличивает срок службы сварочных насадок, стекол, масок и спецодежды).

### 3.1.3 Выбор сварочных материалов

При сварке в смеси газов 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 счет сварочной проволоки. Сварку ведут проволокой с повышенным содержанием элементов – раскислителей. Выбираем проволоку Св-08Г2С-О по ГОСТ 2246-70.

Проволока Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен. К каждому мотку прикреплена бирка с названием завода изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. На рабочее место проволока подается в кассетах, намотанных на специальных станках.

Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.5 и таблице 3.6 [35].

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона.

Смесь изготавливают непосредственно на предприятии согласно требованиям ГОСТ Р ИСО 14175–2010. Затем смесь централизованно подается через магистраль в цех к рабочим местам.

Сырьем для изготовления являются двуокись углерода и аргон.

Состав смеси (20%  $CO_2 + Ar80\%$ ) представлен в таблице 3.7.

Таблица 3.5 – Химический состав проволоки Св-08Г2С-О [35]

| Марка<br>проволоки | Химический состав, % |           |           |           |          |          |
|--------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
|                    | <i>C</i>             | <i>Mn</i> | <i>Si</i> | <i>Cr</i> | <i>S</i> | <i>P</i> |
|                    |                      |           |           |           | не более |          |
| Св-08Г2С           | 0,05-0,11            | 1,8-2,1   | 0,7-0,95  | ≤0,2      | ≤0,025   | ≤0,03    |

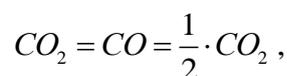
Таблица 3.6 – Механические свойства наплавленного металла шва [71]

| Марка<br>проволоки | $\sigma_B$ , МПа | $\delta$ , % | $KCU$ , кДж/см <sup>2</sup> |       |
|--------------------|------------------|--------------|-----------------------------|-------|
|                    |                  |              | 20°C                        | -20°C |
| Св-08Г2С-О         | 540              | 24           | 100                         | 60    |

Таблица 3.7 – Состав смеси (20%  $CO_2+Ar$ 80%) - M21 [36]

| Содержание                                              | Значение        |
|---------------------------------------------------------|-----------------|
| Объемная доля $CO_2$ , %                                | не менее 19,96  |
| Объемная доля $CO$ , %                                  | не более 0      |
| Объемная доля аргона, %                                 | не менее 79,9   |
| Объемная доля кислорода, %                              | не более 0,0006 |
| Объемная доля азота, %                                  | не более 0,004  |
| Водяных паров при 760 мм.рт.ст. и 20°C (не более), г/см | 0,178           |

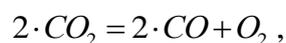
Состав металла шва при сварке в защитных газах плавящимся электродом определяется составом газа, составом электродного и основного металла, их долями в металле шва и ходом металлургических реакций в сварочной ванне. Необходимо отметить, что аргон, входящий в смесь газов в составе 80%, является инертным газом. Поэтому он не участвует в химических реакциях, его роль сводится только к физической защите сварочной ванны. Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При сварке в смеси  $CO_2+Ar$  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  $CO_2$  [37]:



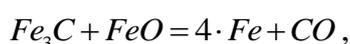
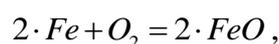
С повышением температуры увеличивается количество тепла, вводимого в изделие, что способствует снижению скорости охлаждения. С увеличением содержания кислорода в смеси, время существования ванны в жидком состоянии увеличивается, что способствует более плавному удалению неметаллических включений и дегазации металла сварочной ванны [38]

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

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



Окисление металла происходит по реакции:

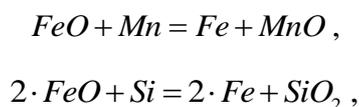


При сварке в  $CO_2+Ar$  происходит потеря легирующих элементов. Это приводит к повышенному содержанию кислорода в металле сварочной ванны. В результате возрастает вероятность образования пор из-за выделения оксида углерода в процессе кристаллизации, и снижаются механические свойства металла шва.

Образование пор из-за выделения окиси углерода при сварке углеродистых сталей предотвращается, если металл шва содержит до 0,12-0,14% *C*, 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 сталей беспористые швы указанного выше состава получают при применении кремне – марганцовистых электродных проволок Св-08Г2С-О, обеспечивающих малую загрязненность металла шва оксидными включениями.

Содержащиеся в проволоке кремний и марганец, обладая большим сродством к кислороду, чем железо, связывают кислород, растворенный в металле:



В виде шлака всплывают на поверхность сварочной ванны, легкоплавкие соединения, которые образуют окислы кремния и марганца. При сварке в углекислом газе количество шлака на поверхности шва составляет примерно от 1 до 1,5 % массы наплавленного металла [38].

Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва, выполняемого в смеси газов ( $CO_2 + Ar$ ) проволокой Св-08Г2С-О остается на необходимом уровне.

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

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

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

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов и их размеры при сварке в  $CO_2 + Ar$  должны соответствовать ГОСТ 14771-76. Основной металл в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений до сборки.

### 3.2 Выбор технологических режимов

Компания *LORCH* разработала и внедрила новые возможности в регулировке сварочной дуги, а именно ее длины и динамики в импульсных сварочных полуавтоматах *Lorch S* и *Lorch S SpeedPulse* – функция *XT*. Данный процесс был создан и запатентован исключительно *LORCH*, что ставит данного производителя на ступень выше среди конкурентов и аналогов. Благодаря внедрению новой технологии *XT*, сварочный процесс становится еще более стабильным, а сварка совершеннее.

С приходом синергетического управления, процесс сварки стал проще. Например, в сварочных полуавтоматах *LORCH* для настройки сварщику необходимо только выбрать металл, диаметр проволоки и используемый защитный газ. Далее выбирается толщина свариваемого металла, а все остальные параметры, в том числе напряжение и скорость подачи проволоки, выставляется аппаратом самостоятельно. В процессе сварки ручную сварщик лишь корректирует скорость сварки [39].

### 3.3 Выбор сварочного оборудования

Выбираем источник сварочного тока.

Согласно обзору литературы, была выбрана импульсная технология компании *Lorch*. Технология компании *Lorch SpeedPulse XT* обеспечивает высокое качество сварного соединения, большую производительность, позволяют снизить разбрызгивание, что сказывается на внешнем виде сварных соединений и снижает затраты на последующую механическую обработку. Сниженное тепловложение позволяет вести сварку без деформаций.

Следовательно, выбираем сварочный полуавтомат *Lorch S8 SpeedPulse XT* с съемными механизмами подачи, с двумя соединительными шланг-пакетами [40].

Технические характеристики *Lorch S8 SpeedPulse XT* представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Технические характеристики *Lorch S8 SpeedPulse XT* [40]

| Параметры                                | Значение     |
|------------------------------------------|--------------|
| Сетевой напряжение, В                    | 400          |
| <i>MIG/MAG</i> сварочный ток, А          | 25-500       |
| <i>MIG/MAG</i> ток при ПВ 100%, А        | 400          |
| <i>MIG/MAG</i> ток при ПВ 60%, А         | 500          |
| Количество роликов в подающем механизме  | 4            |
| Диаметр стальной проволоки (min-max), мм | 0,6-1,6      |
| Класс защиты                             | <i>IP23S</i> |
| Габаритные размеры, мм                   | 1116x445x855 |
| Вес, кг                                  | 159          |

### 3.4 Выбор оснастки

Сборочно-сварочной оснасткой называют совокупность приспособлений и специального инструмента для выполнения слесарных, сборочных, монтажных и других видов работ. Поэтому термин «оснастка» чаще применяется в судостроении, монтаже, строительстве. Применение сварочных приспособлений позволяет уменьшить трудоемкость работ; повысить производительность труда; сократить длительность производственного цикла; улучшить условия труда; повысить качество продукции; расширить технологические возможности сварочного

оборудования; способствует повышению комплексной механизации и автоматизации производства и монтажа сварных изделий.

К конструкциям сварочных приспособлений предъявляется целый ряд требований:

- удобство в эксплуатации (предполагает доступность к местам установки деталей, зажимным устройствам и устройствам управления, местам наложения прихваток и сварных швов, удобные позы рабочего, минимум его наклонов и хождений и другие требования научной организации труда);

- обеспечение заданной последовательности сборки и наложения швов в соответствии с разработанным технологическим процессом;

- обеспечение заданного качества сварного изделия (приспособление должно быть достаточно прочным и жестким, а закрепляемые детали оставаться в требуемом положении без деформирования их при сварке);

- возможность использования сварочных приспособлений типовых, унифицированных, нормализованных и стандартных деталей, узлов и механизмов (это способствует снижению их себестоимости приспособлений, сроков их проектирования и изготовления, повышению ремонтоспособности и т.п.).

- обеспечение сборки всей конструкции с одной установки, наименьшего числа поворотов при сборке и прихватке (сварке), свободного съема собранного и сваренного (прихваченного) изделия или монтажного приспособления;

- обеспечение быстрого отвода тепла от места сварки для уменьшения коробления, заданного угла поворота изделия, свободной установки и съема изделия, свободного доступа для осмотра, наладки и контроля;

- технологичность деталей и узлов приспособления, а также приспособления в целом;

- использование механизмов для загрузки, подачи и установки деталей, снятия, выталкивания и выгрузки собранного изделия, применения других средств комплексной механизации [41].

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют цель – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Наиболее рационально в данной работе использовать винтовые стяжки для сборки продольных стыков обечаяек. Для предотвращения дефектов формы собираемого изделия дополнительно устанавливаем распорки.

В данной работе для перемещения деталей и узлов по сборочно-сварочному участку используем подвесной кран-балку грузоподъемностью до 1 тонн, в связи с тем, что проектируемое изделие имеет не большую массу, а также мостовой кран грузоподъемностью до 5 тонн, строп РД 10-33-93 ВК-1,0 [42].

В разработанном технологическом процессе применяется сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.038.00.000 СБ.

### **3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной степени разбиения конструкции на сборочные единицы**

На рисунке 3.1 показана технологическая схема сборки рамы основной.

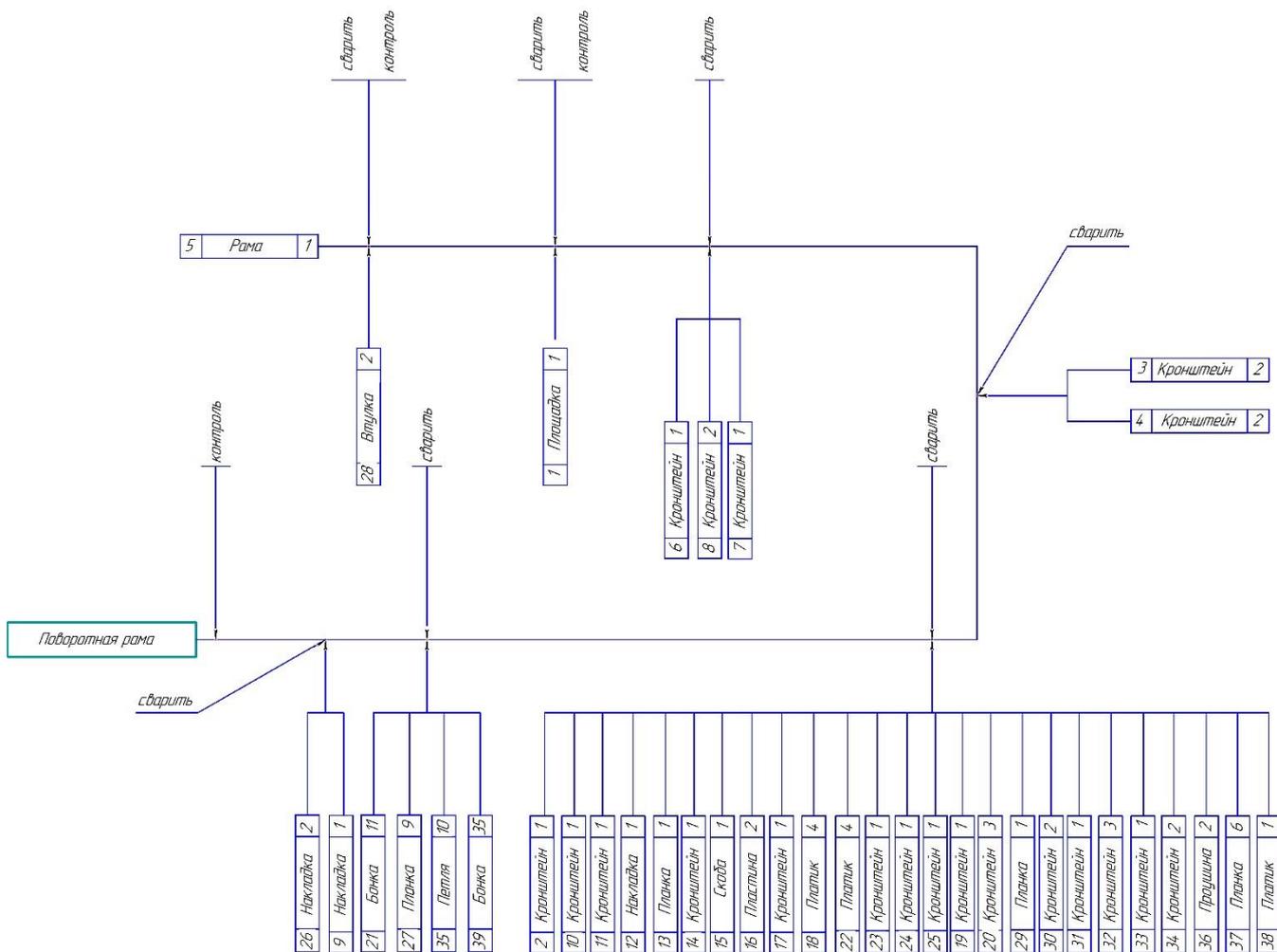


Рисунок 3.1 – Технологическая схема сборки рамы основной (см. графическую часть ФЮРА.000005.038 ЛП)

На листе плакате ФЮРА.000005.038 ЛП представлена технологическая схема сборки рамы поворотной.

### 3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

Важнейшей задачей в области сварки является обеспечение высокого качества сварки. Качество сварных соединений определяет эксплуатационную надежность экономичность и технологичность сварного изделия согласно техническим требованиям.

Контролю качества подвергаются работы, как на отдельных операциях, так и сборочная единица в целом. При сборке изделия контролю подлежит: форма и размеры сварных соединений (зазоры), чистота поверхностей, образующих сварное соединение, основные размеры, определяющие работоспособность конструкции.

На участке сборки и сварки рамы поворотной ФЮРА. КС-5371.1311.000.000 используются следующие методы контроля качества:

- 100 % визуальный и измерительный контроль (ВИК);
- 100 % ультразвуковой контроль (УЗК) согласно указаниям, в конструкторской документации.

ВИК осуществляется по СТО 9701105632-003-2021, а также согласно техническим требованиям, сварные швы проверяют методом ультразвуковой дефектоскопии осуществляемый по ГОСТ Р ИСО 17640-2016.

Для проведения визуального и измерительного контроля по СТО 9701105632-003-2021, выбираем комплект ВИК “Эксперт” и люксметр ТКА-ПКМ [43]. Ультразвуковой контроль по ГОСТ Р ИСО 17640-2016. Для проведения ультразвукового контроля выбираем «Ультразвуковой дефектоскоп А1212 Мастер» [44].

### **3.6.1. Визуальный и измерительный контроль**

Визуальный и измерительный контроль (ВИК) относится к числу наиболее дешевых, быстрых и в тоже время информативных методов неразрушающего контроля. Данный метод является базовыми и предшествует всем остальным методам дефектоскопии. Внешним осмотром (ВИК) проверяют качество подготовки и сборки заготовок под сварку, качество выполнения швов в процессе сварки, а также качество основного металла. Цель визуального контроля – выявление вмятин, заусенцев, ржавчины, прожогов, наплывов, и прочих видимых дефектов.

Визуальный и измерительный контроль может проводиться с применением простейших измерительных средств, в том числе невооруженным глазом или с помощью визуально-оптических приборов до двадцатикратного увеличения, таких как лупы, эндоскопы и зеркала. Несмотря на техническую простоту, основательный подход к проведению визуального и измерительного контроля, предусматривает разработку технологической карты - документа, в котором излагаются наиболее рациональные способы и последовательность выполнения работ [45].

### **3.6.2. Требования к выполнению визуального и измерительного контроля**

Визуальный и измерительный контроль рекомендуется выполнять на стационарных участках, которые должны быть оборудованы рабочими столами, стендами, роликовыми опорами и другими средствами, обеспечивающими удобство выполнения работ

Участки контроля, особенно стационарные, рекомендуется располагать в наиболее освещенных местах цеха, имеющих естественное освещение. Для создания оптимального контраста дефекта с фоном в зоне контроля необходимо применять дополнительный переносной источник света, то есть использовать комбинированное освещение. Освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк.

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм [45].

При механической обработке соединения, предусмотренной технологическим процессом на изготовление сварной конструкции, поверхность должна быть Rz 80 мкм по ГОСТ 2789 – 73.

### **3.6.3. Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений.**

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений выполняется при производстве сварочных работ и на стадии приемосдаточного контроля готовых сварных соединений. В случае если контролируется многослойное сварное соединение, визуальный контроль и регистрация его результатов могут проводиться после выполнения каждого слоя (послойный визуальный контроль в процессе сварки). Послойный визуальный контроль в процессе сварки выполняется в случае невозможности проведения ультразвукового или радиационного контроля, а также по требованию Заказчика или в соответствии с ПТД.

В выполненном сварном соединении визуально следует контролировать: отсутствие (наличие) поверхностных дефектов и геометрических параметров сварного шва.

### **3.6.4. Ультразвуковой контроль**

Ультразвуковой метод контроля (УЗК) позволяет выявить скрытые дефекты сварных швов: пустоты, трещины, непровары, разнородный химический состав, механические повреждения и т.д.

Ультразвуковой контроль основан на способности ультразвуковых волн проникать в металл на большую глубину и отражаться от находящихся в нем дефектных участков. В процессе контроля пучок ультразвуковых

колебаний от вибрирующей пластинки щупа (пьезокристалла) вводится в контролируемый шов. При встрече с дефектным участком ультразвуковая волна отражается от него и улавливается другой пластинкой щупом, которая преобразует ультразвуковые колебания в электрический сигнал [46].

### **3.6.5. Подготовка поверхности к контролю**

Ширина зоны сканирования должна быть достаточной для проведения указанного объема контроля. В качестве альтернативы ширина поверхности сканирования может быть уменьшена, если проведение контроля указанного объема может быть достигнуто при сканировании с обеих поверхностей сварного соединения (верхней и нижней).

При механической обработке соединения, предусмотренной технологическим процессом на изготовление сварной конструкции, поверхность должна быть не ниже Rz 40 мкм по ГОСТ 2789 – 73.

Поверхность сканирования должна быть ровной и не иметь загрязнений, которые могут негативно повлиять на акустический контакт (например, ржавчина, рыхлая окалина, брызги металла, зарубки, бороздки). Зазор между поверхностью и преобразователем в результате волнистости изделия не должен быть более 0,5 мм. При необходимости, следует профилировать преобразователь по кривизне поверхности. Допускаются локальные нарушения формы поверхности, например, вдоль кромки шва, которые приводят к увеличению зазора до 1 мм, при условии использования при контроле с данной стороны сварного соединения как минимум одного дополнительного угла ввода. Это дополнительное сканирование необходимо, чтобы компенсировать уменьшение проконтролированного объема из-за зазора такого размера.

### 3.7 Разработка технической документации

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

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [47].

Разработка технологических процессов включает:

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

В результате должны быть достигнуты:

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

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

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

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов [47].

Изготовление поворотной рамы начинается на сборочно-сварочном приспособлении, на котором собираются и свариваются втулка поз. 28 с рамой поз. 5 (операция 010). После сборки и сварки поз. 5 и поз. 28 проводится слесарная (операция 015) затем контроль (операция 020). Затем устанавливается и приваривается площадка поз. 1 по номерам шва № 15, №8 (операция 025) и сразу проводится слесарная (операция 030) и контроль (операция 035). Далее идет операция (040) сварки швов №14, №3 рамы поз. 5 и площадки поз. 1. Затем на полученную сборочную единицу по упорам устанавливаются сборочные единицы поз. 6,7,8 и зажимаются винтовыми прижимами. После чего производится сборка и сварка (операция 045). Далее по разметки устанавливаются и привариваются сборочные единицы поз. 2, 3 и 4 (операция 050). Затем на сб. ед. по разметки устанавливают и приваривают детали поз.10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,22,23,24,25,29,30,31,32,33,34,36,37,

38 для деталей поз. 13,16 выдержать углы согласно чертежу (операция 055). После чего по разметки устанавливаем и привариваем детали бонки поз. 21, планки поз. 27, петли поз. 35 и бонки поз. 39. (операция 060). Далее ослабляем прижимы снимаем со сборочно-сварочного приспособления полученную сб. ед. и устанавливаем на сварочную плиту. При установке на сварочную плиту повернуть сб. ед. на 180° и установить (операция 065). После установки сб. ед. на сварочную плиту провариваем шов №7 (операция 070). Так как шов №7 закрывается при дальнейшей сборке проводим слесарную (операция 075) и контроль шва №7 (операция 080). На сб. ед. по разметки устанавливаем и привариваем деталь поз. 9 (операция 085). Затем, согласно чертежу, устанавливаем привариваем детали поз. 26 (операция 090). Далее проваривают ранее недоступные швы (операция 095). На сварочной плите производится слесарная обработка и контроль (операции 100-105).

Технологический процесс производства рамы основной приведен в приложении В.

### 3.8 Техническое нормирование операций

Нормирование труда является неотъемлемой частью организации оперативного планирования и организации оплаты труда. На основе норм затрат труда рассчитывается загрузка оборудования, производственной мощности, каждого рабочего места участка, цеха, предприятия [48].

Норма штучного времени  $T_{шт}$ , мин, для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [49]:

$$T_{шт} = (T_{нш} \cdot L + t_{вн}) \cdot K_n \quad (3.17)$$

где  $T_{нш}$  - неполное штучно-калькуляционное время, ч;

$L$  - длина свариваемого шва по чертежу, м;

$t_{вн}$  - вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное  $T_{\text{штк}}$  определяется по формуле [49].

$$T_{\text{шт.к}} = (T_0 + t_{\text{всп}}) \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{обсл}} + a_{\text{отл}} + a_{\text{п-з}}}{100}\right) \quad (3.18)$$

где  $T_0$  - основное время сварки, ч;

$t_{\text{всп}}$  - вспомогательное время сварки, зависящее от длины сварочного шва, мин;

$a_{\text{обсл}}$ ;  $a_{\text{отл}}$ ;  $a_{\text{п-з}}$ ; - соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные нужды, подготовительно-заключительную работу, процент к оперативному времени.

Для механизированной сварки в смеси газа плавящимся электродом сумма коэффициентов ( $a_{\text{обсл}} + a_{\text{отл}} + a_{\text{п-з}}$ ) составляет 28,8 % [49].

Основное время для механизированной сварки в смеси газа определяется по формуле [49]:

$$T_0 = \frac{F \cdot \gamma \cdot 60}{I \cdot \alpha_n} \quad (3.19)$$

где  $F$  - площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм<sup>2</sup>;

$I$  - сила сварочного тока, А;

$\gamma$  - плотность наплавленного металла, г/см<sup>3</sup>; (при сварке сталей составляет 7,8 г/см<sup>3</sup>);

$\alpha_n$  - коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Для примера определим норму времени согласно операции 070 технологического процесса сборки и сварки сборочной единицы 2.

Исходные данные:

- марка стали: 10ХСНД;
- марка электродной проволоки: Св-08Г2С-О;
- шов №7 нестандартный;
- длина шва – 0,656 м;
- положение шва нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла шва  $F=57,5$  мм;
- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С при

механизированной сварке легированных сталей в среде  $Ar + CO_2$ ,  $\alpha_{н} = 8,5 \text{ г}/(\text{А} \cdot \text{ч})$  [49].

– из показания источника сварки принимаем величину сварочного тока  $I=230\text{А}$ .

При сварке в среде углекислого газа  $K_{шт}=1$ . Определяем основное время сварки по формуле [49]:

$$T_o = \frac{57,5 \cdot 7,8 \cdot 60}{230 \cdot 8,5} = 13,8 \text{ мин} = 0,23 \text{ ч.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле (3.20), с учётом того, что  $t_{вн}$ , согласно картам, составляет 0,5 мин.

$$T_{шт.к} = (13,8 + 0,5) \cdot \left(1 + \frac{28,8}{100}\right) = 18,42 \text{ мин.} = 0,30 \text{ ч.}$$

Норму штучного времени определяем по формуле (3.20) с учётом того, что  $t_{вн}$  согласно картам 78-87 [49] равен 0,78 мин.;  $K_{п} = 1,2$ , то:

$$T_{шт} = (18,42 \cdot 0,656 + 0,78) \cdot 1,2 = 15,44 \text{ мин.} = 0,26 \text{ ч.}$$

Проведем расчет норм времени для технологического процесса, результаты сведем в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 - Нормы времени на изготовление основания

| № опер. | Наименование операции | $T_{шт.}$ , мин    |
|---------|-----------------------|--------------------|
| 1       | 2                     | 3                  |
| 005     | Комплектование        | Учтено в сб. опер. |
| 010     | Сварка                | 39,7               |
| 015     | Слесарная             | 24,3               |
| 020     | Контроль              | 14,1               |
| 025     | Сварка                | 44                 |
| 030     | Слесарная             | 24,3               |
| 035     | Контроль              | 12,8               |
| 040     | Сварка                | 25                 |

### Продолжение таблицы 3.9

|     |             |        |
|-----|-------------|--------|
| 045 | Сварка      | 25,3   |
| 050 | Сварка      | 31,8   |
| 055 | Сварка      | 145,45 |
| 060 | Сварка      | 108,55 |
| 065 | Перемещение | 22     |
| 070 | Сварка      | 15,44  |
| 075 | Слесарная   | 19,3   |
| 080 | Контроль    | 11,2   |
| 085 | Сварка      | 9,2    |
| 090 | Сварка      | 5,4    |
| 095 | Сварка      | 6,6    |
| 100 | Слесарная   | 119,9  |
| 105 | Контроль    | 45     |
|     | Итого       | 749,4  |

### 3.9 Материальное нормирование

Для примера определим норму расхода сварочной проволоки и защитного газа согласно операции 070 технологического процесса сборки и сварки основания.

Исходные данные:

- шов №7 нестандартный;
- длина шва – 0,656 м;
- марка стали: 10ХСНД;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла шва  $F=57,5$  мм;

Норма расхода сварочной проволоки на изготовление сварной конструкции определяется формуле [50]:

$$H_{\text{э}} = G_{\text{э}} \cdot L_{\text{ш}} \quad (3.20)$$

$$H_{\text{э}} = 0,47 \cdot 0,656 = 0,308 \text{ кж}.$$

Удельную норму расхода  $G_{\text{э}}$  (кг/м) в общем виде рассчитывают по формуле:

$$G_{\text{э}} = k_p \cdot m_{\text{ш}} \quad (3.21)$$

$$G_{\text{э}} = 1,05 \cdot 0,445 = 0,47 \text{ кг / м}$$

где  $k_p$  - коэффициент расхода, учитывающий неизбежные потери сварочной проволоки на разбрызгивание;

$m_{\text{ш}}$  - расчетная масса наплавленного металла, кг/м.

Массу наплавленного металла  $m_{\text{ш}}$  (кг/м) рассчитывают по формуле [50]:

$$m_{\text{ш}} = \rho \cdot F_{\text{ш}} \quad (3.22)$$

$$m_{\text{ш}} = 7810 \cdot 0,000575 = 0,445 \text{ кг / м}$$

где  $\rho$  - удельная плотность наплавленного металла, кг/м<sup>3</sup>,  $\rho = 7810 \text{ кг/м}^3$ ;

$F_{\text{ш}}$  - площадь поперечного сечения наплавленного металла шва.

Норма расхода защитного газа на изготовление сварной конструкции определяется по формуле [50]:

$$H_{\text{г}} = Q_{\text{г}} \cdot L_{\text{ш}} + Q_{\text{пз}} \quad (3.23)$$

$$H_{\text{г}} = 5,2 \cdot 0,656 + 0,1 = 3,51 \text{ л}$$

где  $Q_{\text{г}}$  — удельная норма расхода газа на 1 м шва, л;

$L_{\text{ш}}$  - длина шва, м;

$Q_{\text{пз}}$  - дополнительный расход газа на подготовительно-заключительные операции: настройку режимов сварки, продувку газовых коммуникаций перед началом сварки;

защиту сварочной ванны от окисления после окончания сварки (заварку кратера). Удельная норма расхода газа  $Q_{\text{г}}$  (л) определяется по формуле [50]:

$$Q_{\text{г}} = q_{\text{г}} \cdot t_0 \quad (3.24)$$

$$Q_{\text{г}} = 0,194 \cdot 13,65 = 2,65 \text{ л}$$

Расход смеси газов ( $Ar + CO_2$ ) определяется по следующей формуле [21]:

$$q_{\Gamma} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_c^{0,75} \quad (3.25)$$

$$q_{\Gamma} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 230^{0,75} = 0,194 \text{ л / мин} = 11,64 \text{ л / ч}.$$

$t_o$  - основное (машинное) время сварки 1 м шва, мин. Для расчета величина  $t_o$  может быть взята из нормативов времени на сварку в среде защитных газов. Основное время при сварке плавящимся электродом можно определить по формуле [50]:

$$t_0 = \frac{(m_{ш} \cdot 60 \cdot 10^3)}{(a_n \cdot I_{св})} \quad (3.26)$$

$$t_0 = \frac{(0,445 \cdot 60 \cdot 10^3)}{(8,5 \cdot 230)} = 13,65 \text{ мин}$$

$\alpha_n$  - коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С при механизированной сварке легированных сталей в среде  $Ar + CO_2$  составляет  $\alpha_n = 8,5 \text{ г/(А} \cdot \text{ч)}$

где  $m_{ш}$  — масса наплавленного металла шва данного типоразмера, кг/м;

$I_{св}$  - сила сварочного тока берем из ранее рассчитанных режимов, А.

Дополнительный расход газа  $Q_{пз}$  (л) определяется по формуле [50]:

$$Q_{пз} = q_{\Gamma} \cdot t_{пз} \quad (3.27)$$

$$Q_{пз} = 0,194 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ л}$$

где  $q_{\Gamma}$  - оптимальный расход защитного газа по ротаметру, л/мин;

$t_{пз}$  - время на подготовительно-заключительные операции, мин. при сварке при сварке плавящимся электродом  $t_{пз} \approx 0,05 \text{ мин}$ .

## **4. Конструкторский раздел**

### **4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений**

Важной и наиболее эффективной областью в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация сварочных процессов. Особенностью этого производства является резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Сварочные работы по интенсивности труда составляют только 25-30% от общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходится на сборку, транспортировку и разные вспомогательные операции, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, они могут характеризоваться показателем 70-75% всего комплекса цехового оборудования [51].

В технологическом процессе используется приспособление ФЮРА.000001.038.00.000 СБ, которое состоит из основания, на которой добавлены упоры под размер изделия, стол, дополнительный стол, для прижима кронштейнов к приспособлению применяем винтовые прижимы, для предотвращения перемещения сб. ед. поз. 5 и поз. 1 фиксируем упорами.

### **4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений**

Закрепление свариваемого изделия на сварочном столе осуществляется винтовыми прижимами, которые входят в состав приспособления (см. графическую часть проекта ФЮРА.000001.038.00.000 СБ.).

Прижимы используются для закрепления деталей и придания неподвижного состояния.

В приспособлении ФЮРА.000001.038.00.000 СБ применяются винтовые прижимы с резьбой М18.

Определяем усилие, развиваемое винтовым прижимом по формуле [52]:

$$P = \frac{Q \cdot l}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(a + \rho) + \frac{1}{2} \cdot \mu \cdot D}$$

где  $Q$  – усилие, прикладываемое на рукоятке винта, обычно равно 10...15 Н;

$l$  – радиус рукоятки, мм;

$r_{cp}$  – средний радиус резьбы, мм;

$\alpha$  – угол наклона резьбы,  $60^\circ$ ;

$\rho$  – приведенный угол трения в резьбе;

$\mu$  – коэффициент трения скольжения на торце винта, 0,1;

$D$  – диаметр контактного кольца между винтом и пятой, 10 мм.

Для метрической резьбы  $\beta = 300$ , тогда  $\rho = 6^\circ 40'$ .

$$P = \frac{10 \cdot 30}{18 \cdot \operatorname{tg}(60 + 6^\circ 40') + \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot 20} = 103,86 \text{ Н}$$

Для обеспечения условия самоторможения винта угол наклона резьбы  $\alpha$  должен быть меньше приведённого угла трения  $\rho$ :  $\alpha < \rho$ .

Напряжение сжатия будет определяться по формуле:

$$\sigma_{сж} = \frac{1,27 \cdot P}{d_{вин}^2}$$
$$\sigma_{сж} = \frac{1,27 \cdot 103,86}{17,9^2} = 0,4 \text{ Мпа}$$

Условие  $\sigma_{сж} \leq [\sigma_s]$  выполняется.

#### 4.3 Работа сборочно-сварочных приспособлений

Приспособление ФЮРА.000001.038.00.000 СБ предназначено для сборки и

сварки рамы поворотной. Приспособление состоит универсального стола, дополнительного стола, 4 стойки, 8 ножек, 2 направляющие, 2 вспомогательных плоскостей, 4 винтовых прижимов, 22 упоров, 2 уголков, 38 болтов и 36 опорных проставок (см. приложение В).

Устанавливаем раму позиции 5 на сварочный стол и упираем к упорам, вставляем две втулки позиции 28. Производим следующую операцию сварки, слесарную и контроль. Далее устанавливаем площадку позиции 1 и упираем к упорам позиции 5. Проводим операцию сварку, слесарную и контроль. Прижимаем кронштейны позиции 6,7,8 для этого используем винтовые прижимы (4 шт.). Устанавливаем остальные детали по разметки. После производят прихватку и сварку механизированной сваркой в защитных газах.

## **5 Проектирование участка сборки-сварки**

### **5.1 Состав сборочно-сварочного цеха**

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса требует разработка чертежей плана и разрезов проектируемого цеха. Для этого, прежде всего, необходимо установить состав последнего.

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи при полном их составе могут включать следующие отделения и помещения.

Производственные отделения. Заготовительное отделение включает производственные участки: правки и наметки металла, резки, станочной обработки, слесарно-механический и очистки металла. Сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся на узловую и общую сборку-сварку, с производственными участками сборки, сварки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения поверхностных покрытий и отделки продукции. Участки механической обработки, нанесения покрытий и отделки продукции не входят в состав проектируемого сборочно-сварочного цеха, если сваренные в нем конструкции подлежат передаче в механосборочный цех для монтажа механизмов, окончательной сборки, отделки и выпуска изделий завода [53].

Вспомогательные отделения. Цеховой склад металла с разгрузочно-сортировочной площадкой и участком подготовки металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольным и упакованным отделениями и погрузочной площадкой. Кладовые сварные проволоки, баллоны с защитными газами, инструмента,

приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов. Мастерские: изготовления шаблонов, ремонтная, электромеханическая и другое. Отделения: электромашинное, ацетилено-компрессорное. Цеховые трансформаторные подстанции.

Административно-контторские и бытовые помещения. Конттора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт.

## 5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [53].

### 5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Определим количества необходимого числа оборудования []:

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

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

$\Phi_d$  – действительный фонд рабочего времени, ч.;

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

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

$T$  – длительность одной операции, мин.

– для операций 010-060:

$$T_r = 500 \cdot \frac{39,7 + 24,3 + 14,1 + 44 + 24,3 + 12,8 + 25 + 25,3 + 31,8 + 145,45 + 108,55}{60} = 4127,5 \text{ ч.},$$

$\Phi_n$  – номинальный фонд рабочего времени в 1 смены равен 1976 часа, найдем

действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} - 5\% = 1976 - 5\% = 1877,2 \text{ ч.},$$

$$n_{\text{р}} = \frac{4127,5}{1877,2} = 2,19.$$

Округляем  $n_{\text{р}}$  в большую сторону и принимаем  $n_{\text{р}} = 3$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_{\text{р}}}{n_{\text{р}}} = \frac{2,19}{3} = 0,73\%.$$

– для операций 070-105:

$$T_{\text{г}} = 500 \cdot \frac{15,44 + 19,3 + 11,2 + 9,2 + 5,4 + 6,6 + 119,9 + 45}{60} = 1933,66 \text{ ч.},$$

$\Phi_{\text{н}}$  – номинальный фонд рабочего времени в 1 смены равен 1976 часа, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} - 5\% = 1976 - 5\% = 1877,2 \text{ ч.},$$

$$n_{\text{р}} = \frac{1933,66}{1877,2} = 1,03.$$

округляем  $n_{\text{р}}$  в большую сторону и принимаем  $n_{\text{р}} = 2$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_{\text{р}}}{n_{\text{р}}} = \frac{1,03}{2} = 0,515\%.$$

## 5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_{\text{г}} = 6245 \text{ ч.}$$

$\Phi_{\text{н}}$  – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} - 12\% = 1976 - 12\% = 1738,9 \text{ ч.},$$

Определим количество рабочих явочных:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{6245}{1976} = 3,16. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{\text{яв}} = 3$ . В смену работает 3 человек.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{\text{СП}} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{6245}{1738,9} = 3,59. \quad (5.4)$$

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

Вспомогательных рабочих (30% от количества основных рабочих) – 2;

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

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

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

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

## **5.3 Пространственное расположение производственного процесса**

### **5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки 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 [53].

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

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

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

– вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

– административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [53].

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

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

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

На сварочном участке расположено три сборочно-сварочных приспособлений, две сварочные плиты и пять сварочных полуавтоматов *Lorh S8 SpeedPulse XT*, перемещение деталей осуществляется кран-балкой  $Q=1$  т и краном мостовым  $Q=5$  т перемещаются готовые изделия.

### **5.3.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха**

Размещение цеха и всех его отделений, участков и вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно удовлетворять всем требованиям процессов, которые подлежат выполнению в каждом из этих отделений.

Требования устанавливаются в соответствии с особенностями данных сварных изделий и соответствующих выбранных способов изготовления; особенностями типа производства и форм его осуществления; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха.

## **6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **6.1 Финансирование проекта и маркетинг**

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

### **6.2 Экономический анализ техпроцесса**

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления рамы поворотной ФЮРА.КС-5371.1311.000.000 СБ.

Рама поворотная – основание поворотной части самоходного крана Юргинец КС-5371. На ней размещены: силовое оборудование, механизмы, пульт управления, противовес, двуногая стойка и рабочее оборудование крана.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.038.00.000 СБ, на котором для крепления деталей используются прижимы и упоры.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный полуавтомат *Lorch S8 SpeedPulse XT* [54].

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса. Нормы штучного времени разработанного технологического процесса изготовления основания приведены в таблице 3.13.

Определение приведенных затрат производят по формуле [55]:

$$Z_{\text{п}} = C + E_{\text{н}} \cdot K, \quad (6.1)$$

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

$E_{\text{н}}$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, (руб/год)/руб;

$K$  – капитальные вложения в производственные фонды, руб/изд.год.

### 6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

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

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

где  $K_{\text{o}}$  – стоимость сварочного оборудования;

$K_{\text{п}}$  – стоимость приспособлений;

$K_{\text{п.о.}}$  – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$K_{\text{зд}}$  – стоимость части здания, приходящегося на оборудование и приспособления.

#### 6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [56]:

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

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

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

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

$$K_{co} = 735166 \cdot 5 \cdot 0,75 = 2793630,8 \text{ руб} \cdot \text{год}.$$

Цены на оборудование берутся за 01.01.2021 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [54]

| Наименование оборудования           | Цо, руб |
|-------------------------------------|---------|
| <i>Lorch S8 SpeedPulse XT</i> 5 шт. | 735166  |

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

| Наименование оборудования           | К <sub>co</sub> , руб. · год |
|-------------------------------------|------------------------------|
| <i>Lorch S8 SpeedPulse XT</i> 5 шт. | 2793630,8                    |
| Итого                               | 2793630,8                    |

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [56]:

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

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

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

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

$$K_{пр1} = 310000 \cdot 3 \cdot 0,73 = 678900 \text{ руб} \cdot \text{год},$$

$$K_{пр2} = 110000 \cdot 2 \cdot 0,515 = 113300 \text{ руб} \cdot \text{год}.$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

| Наименование оборудования                | Ц <sub>пр</sub> , руб | С <sub>п</sub> , шт | К <sub>пр</sub> , руб/ед.год |
|------------------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------|
| Приспособление ФЮРА.000001.038.00.000 СБ | 310000                | 3                   | 678900                       |
| Плита сварочная                          | 110000                | 2                   | 113300                       |
| ИТОГО                                    |                       |                     | 792200                       |

### 6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в кран-балку грузоподъемностью  $Q = 1$  т. определяют по формуле:

$$K_{п.о.} = Ц_{п.о.} \cdot n_{п.о.}, \quad (6.5)$$

где  $Ц_{п.о.}$  – оптовая цена единицы подъемно-транспортного оборудования, руб. [74];

$n_{п.о.}$  – количество подъемно-транспортного оборудования, ед.

$Ц_{п.о.}=1$  ед.

$$K_{п.о.} = 170000 \cdot 1 = 170000 \text{ руб.}$$

### 6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [55]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{O_i} \cdot K_f \cdot h \cdot Ц_{зд}, \text{ руб.}, \quad (6.6)$$

где  $S_{O_i}$  – площадь, занимаемая единицей оборудования,  $m^2/ед.$

Для предлагаемого технологического процесса:  $S = 230,4 \text{ м}^2$  (см. графический материал ФЮРА.000002.038 ЛП),

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

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

$Ц_{зд}$  – стоимость  $1\text{м}^3$  здания на 01.01.2021 составляет,  $Ц_{зд}=94 \text{ руб/м}^3$  [57].

$$K_{зпт}=230,4 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 94 = 259891,2 \text{ руб.}$$

## 6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

- затраты на металл;
- затраты на сварочные материалы;
- затраты на электроэнергию;
- затраты на оплату труда;
- расходы на эксплуатацию и содержание оборудования и

производственного помещения.

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C = N_{\Gamma} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{с.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{об}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \cdot 12 + C_{\text{зп.АУП}}, \quad (6.7)$$

где  $C_{\text{м}}$  – затраты на основной материал, руб;

$C_{\text{с.м.}}$  – затраты на сварочные материалы, руб;

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

$C_{\text{зп.вс.р}}$  – затраты на заработную плату вспомогательных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.АУП}}$  – затраты на заработную плату административно-управленческого персонала, руб;

$C_{\text{э.с}}$  – затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{\text{возд.}}$  – затраты на сжатый воздух, руб;

$C_{\text{об}}$  – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

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

### 6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [20]:

$$C_{\text{м}} = m_{\text{м}} \cdot k_{\text{т.з.}} \cdot \text{Ц}_{\text{м,н}} \cdot \text{Ц}_{\text{о}} \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

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

$\Pi_m$  – средняя оптовая цена стали 10ХСНД, Ст3пс, на 01.01.2021, руб./кг:

– для стали 10ХСНД  $\Pi_m=38,75$  руб./кг, при  $m_m =753 \cdot 1,3= 978,9$  кг.

[75];

– для стали Ст3пс  $\Pi_m = 31,7$  руб./кг, при  $m_m = 57,5 \cdot 1,3= 74,75$  кг [75].

$k_{т.з.}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов  $k_{т.з.}=1,04$  [56].

$N_0$  – норма возвратных отходов,

$N_0 = m_m \cdot 0,3 = 753 \cdot 0,3 + 57,5 \cdot 0,3 = 243,15$  кг/штг;

$\Pi_0$  – цена возвратных отходов,  $\Pi_0 = 20$  руб/кг.

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [55].

$C_m = 1,04 \cdot (978,9 \cdot 38,75 + 74,75 \cdot 31,7) - 243,15 \cdot 20 = 37051,03$  руб/изд.

### 6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [56]:

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

где  $G_d$  – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:  $G_d = 9,84$  кг – для проволоки Св-08Г2С-О для разработанного технологического процесса;

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

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

$\Pi_{п.с.} = 169$  – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на 01.01.2021.

$$C_{п.спредл.} = (9,84 \cdot 169) \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 1884,13 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [56]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot Ц_{г.з.} \cdot T_0, \text{ руб./изд.}, \quad (6.10)$$

где  $g_{з.г.}$  – расход смеси,  $g_{з.г.} = 1,02 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

$Ц_{г.з.}$  – стоимость смеси,  $Ц_{г.з.} = 62,52 \text{ руб./ м}^3$ ;

$T_0$  – основное время сварки в смеси газов, ч.,  $T_0 = 4,66 \text{ ч}$ .

$$C_{з.г.} = 1,02 \cdot 62,52 \cdot 4,66 = 297,17 \text{ руб./изд.}$$

### 6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [56]:

$$C_з = t_k \cdot ЧТС \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_{\text{д.з.}} \cdot K_c, \quad (6.11)$$

где  $t_k$  – время сварочных работ, ч/м шва;

ЧТС – часовая тарифная ставка на 01.01.2021, руб/ч., ЧТС – 74,85 руб.;

$K_{\text{доп}}$  – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, равен 1,4;

$K_{\text{д.з.}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, равен 1,2;

$K_c$  – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 1,3.

$$C_з = 12,49 \cdot 74,85 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 2041,77 \text{ руб./изд.}$$

### 6.2.2.4 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [55]:

$$C_{з.п.вс.р} = \sum_{j=1}^k TC_j \cdot ЧТС_{врj} \cdot \frac{FД}{12} \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot K_c, \quad (6.12)$$

где ЧТС – тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 01.01.2021, руб.:

- для слесарей ЧТС – 61,58 руб.;
- для контролера ОТК ЧТС – 156 руб.;
- для МОП ЧТС – 56,76 руб.;

$k$  – количество профессий вспомогательных рабочих;

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

$FД$  – действительный фонд рабочего времени,  $FД = 1769$  ч;

$K_d$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,  $K_d=1,2$ ;

$K_{пр}$  – коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты,  $K_{пр}=1,4$ ;

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

$K_c$  – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-30.

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 63,62 \cdot 2 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,20 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 26628,46 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.отк} = 156 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 65294,55 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.моп} = 56,78 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 23786,64 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

$$C_{з.п.вс.р} = C_{з.п.слесарей} + C_{з.п.отк} + C_{з.п.моп}, \quad (6.13)$$

$$C_{з.п.вс.р} = 26628,46 + 65294,55 + 23786,64 = 115709,65 \text{ руб.}$$

### 6.2.2.5 Зарботная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого рассчитываем по формуле [20]:

$$C_{з.п.ауп} = C_{зуп} \cdot Ч_{ауп} \cdot 12 \cdot K_D \cdot K_{ПР} \cdot K_{РАЙ} \cdot K_C, \quad (6.14)$$

где  $C_{зуп}$  – месячный оклад работника административно-управленческого персонала,  $C_{зуп} = 28865$  руб.;

$Ч_{ауп}$  – численность работников административно-управленческого персонала должности,  $Ч_{ауп} = 1$  чел.

$$C_{з.п.ауп} = 28865 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 1147349,112 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

### 6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [56]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot Ц_э, \quad (6.15)$$

где  $Ц_э$  – средняя стоимость электроэнергии,  $Ц_э = 5,63$  руб [57].

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [56]:

$$W_{тэ} = \sum \left( \frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left( \frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (6.16)$$

где  $U_c, I_c$  – электрические параметры режима сварки;

$t_c$  – основное время сварки шва;

$\eta_u$  – КПД источника сварочного тока;

$P_x$  – мощность холостого хода источника;

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

типа производства ( $K_u$  можно выбрать по таблице 3.2.2 [56]).

Расход технологической электроэнергии (рассчитано в подзаголовке 3.9.4)  $W_{тэ} = 509,07$  кВт.

$$C_{э.с.} = 509,07 \cdot 5,63 = 2866,07 \text{ руб.}$$

### 6.2.2.7 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений включают амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Амортизационные отчисления – затраты, связанные с обеспечением работ оборудования.

Годовые амортизационные отчисления зависят от стоимости электросварочного оборудования, стоимости механического и вспомогательного оборудования, стоимости приспособлений и подъемно-транспортного оборудования, и определяются по формуле [56]:

$$C_{об} = \frac{K_o \cdot n_o}{T_o \cdot N_r} + \frac{K_{п.} \cdot n_{п.}}{T_{п.} \cdot N_r} + \frac{K_{п.о.} \cdot n_{п.о.}}{T_{п.о.} \cdot N_r}, \quad (6.18)$$

где  $K_o$  – стоимость основного сварочного оборудования;

$T_o$  – срок службы основного сварочного оборудования,  $T_o = 5$  лет;

$K_{п.}$  – стоимость приспособлений;

$T_{п.}$  – срок службы приспособлений,  $T_{п.} = 5$  лет

$K_{п.о.}$  – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$T_{п.о.}$  – срок службы подъемно-транспортного оборудования,  $T_{п.о.} = 20$  лет [55].

$$C_{об} = \frac{(735166) \cdot 5}{5 \cdot 500} + \frac{310000 \cdot 3 + 110000 \cdot 2}{5 \cdot 500} + \frac{170000 \cdot 1}{20 \cdot 500} = 1947,33 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт и обслуживание – стоимость ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования. Затраты

на текущий ремонт дорогостоящего инструмента принимаются в размере 10-20% его балансовой стоимости оборудования. Стоимость ремонта и обслуживания рассчитаем по формуле [56]:

$$C_{\text{рпо}} = \frac{(K_{\text{О}} \cdot n_{\text{О}} + K_{\text{П}} \cdot n_{\text{П}} + K_{\text{П.О}} \cdot n_{\text{П.О}}) \cdot k_{\text{рпо}}}{N_{\text{Г}}}, \quad (6.18)$$

где  $k_{\text{рпо}}$  – коэффициент ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования.

$$C_{\text{рпо}} = \frac{[(735166) \cdot 5 + 310000 \cdot 3 + 110000 \cdot 2 + 170000 \cdot 1] \cdot 0,03}{500} = 299,75 \text{ руб}$$

### 6.2.2.8 Определение затрат на содержание помещения

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

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [56]:

$$C_{\text{П}} = \frac{S \cdot k_{\text{СП}} \cdot Ц_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{Г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

где  $S$  – площадь сварочного участка,  $\text{м}^2$ ,  $S = 230,4 \text{ м}^2$ ;

$k_{\text{СП}}$  – коэффициент на содержание и ремонт помещения,  $k_{\text{СП}} = 0,08$  [56].

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

$$C_{\text{П}} = \frac{230,4 \cdot 0,08 \cdot 250}{500} = 9,22 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Технологическая себестоимость

| № п/п                                | Затраты                                                                                                      | Сумма, руб. |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1                                    | 2                                                                                                            | 3           |
| 1                                    | Затраты на основной металл                                                                                   | 37051,03    |
| 2                                    | Затраты на сварочные материалы                                                                               | 2181,3      |
| 2.1                                  | Затраты на электроды                                                                                         | -           |
| 2.2                                  | Затраты на сварочную проволоку                                                                               | 1884,13     |
| 2.3                                  | Затраты на защитный газ                                                                                      | 297,17      |
| 2.4                                  | Стоимость флюса                                                                                              | -           |
| 3                                    | Заработная плата                                                                                             |             |
| 3.1                                  | Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование | 2041,77     |
| 3.2                                  | Заработная плата вспомогательных рабочих                                                                     | 115709,65   |
| 3.3                                  | Заработная плата административно-управленческого персонала                                                   | 1147349,112 |
| 4                                    | Затраты на электроэнергию                                                                                    | 2866,07     |
| 5                                    | Затраты на сжатый воздух                                                                                     |             |
| 6                                    | Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений                                                |             |
| 6.1                                  | Амортизационные отчисления                                                                                   | 1943,33     |
| 6.2                                  | Затраты на текущий ремонт и обслуживание                                                                     | 299,75      |
| 6.3                                  | Затраты на содержание помещения                                                                              | 9,22        |
| ИТОГО технологическая себестоимость: |                                                                                                              | 52393,27    |

### 6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C=500 \cdot (37051,03+1884,13+297,17+2041,77+2866,07+299,75+1943,33+9,22) + 115709,65 \cdot 12 + 1147349,112 = 25732084,93 \text{ руб/изд.год}$$

Определим капитальные вложения:

$$K= 2793630,8+792200+170000+259891,2= 4015722 \text{ руб/изд. год}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$Z_{\text{п}} = 25732084,93 + 0,15 \cdot 4015722 = 26334443,23 \text{ руб/изд. год.}$$

### 6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Основные технико-экономические показатели участка

| №п/п | Параметр                                                  | Значение    |
|------|-----------------------------------------------------------|-------------|
| 1    | Годовая производственная программа, шт.                   | 500         |
| 2    | Трудоёмкость изготовления одного изделия, час             | 12,49       |
| 3    | Количество оборудования, шт.                              | 3           |
| 4    | Количество производственных рабочих, чел                  | 5           |
| 5    | Количество вспомогательных рабочих                        | 3           |
| 6    | Количество административно-управленческого персонала, чел | 1           |
| 7    | Норма расхода материала, кг                               | 1110,5      |
| 8    | Количество приведенных затрат, (руб./изд.)·год            | 26334443,23 |
| 9    | Себестоимость одного изделия, руб.                        | 52393,27    |

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на

оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, сжатый воздух, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 4015722 руб;
- себестоимость продукции 25732084,93 руб.

В результате проведенных расчетов (п. 6.3 и 6.4) было определено количество приведенных затрат 26334443,23руб/изд. год.

## 7 Социальная ответственность

### 7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка рамы поворотной КС-5371.1311.000.000. При изготовлении рамы поворотной осуществляются следующие операции: сборка и сварка, механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении рамы поворотной на участке используется следующее оборудование:

- Lorh S8 SpeedPulse XT 4 шт.
- Сборочно-сварочное приспособление  
ФЮРА.000001.038.00.000 СБ 3 шт.
- Сборочно-сварочная плита 3 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т.

Изготавливаемое изделие – рама поворотная крана самоходного на коротко-базовом шасси КС-5371. Поворотная рама представляет собой сложную сварную конструкцию, состоящую из восьми сборочных единиц: площадки, рамы и шести кронштейнов.

Поворотная рама – основание поворотной части самоходного крана Юргинец КС-5371. На ней размещены: силовое оборудование, механизмы, пульт управления, противовес и рабочее оборудование крана.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 10ХСНД и Ст3 пс5. Сварка производится в смеси газов Ar (80 %) + CO<sub>2</sub> (20 %) сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене

здания, а также шестнадцатью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

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

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью  $S = 240,3 \text{ м}^2$ .

## **7.2. Законодательные и нормативные документы**

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

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

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;

- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

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

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

К нормативным документам относятся:

- ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

- ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
- ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
- ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
- ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
- Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
- Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
- 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. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
- Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

### **7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды**

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

## 1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 0,31 мг/м<sup>3</sup> пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м<sup>3</sup>), а также CO<sub>2</sub> до 0,5÷0,6%; CO до 160 мг/м<sup>3</sup>; окислов азота до 8,0 мг/м<sup>3</sup>; озона до 0,36 мг/м<sup>3</sup> (ПДК 0,1 мг/м<sup>3</sup>); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м<sup>3</sup>) [57,58].

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

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

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

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

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

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

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [59].

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

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет 0,3÷3 метров в секунду [60].

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [58]:

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

где  $S$  – площадь, через которую поступает воздух,  $\text{м}^2$ ;

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

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

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

где  $A$  и  $B$  – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [33];

$n$  – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [58]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{н}} + t_{\text{в}}}, \quad (7.2)$$

где  $t_{и}$  и  $t_{в}$  – температура поверхности источника и воздуха, °С.

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

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

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

Найдем размеры вытяжного зонта:

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

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

$$S = 3,6 \cdot 3,66 \cdot 6 = 79,04 \text{ м}^2,$$

$$L_{м} = 79,04 \cdot 0,2 = 15,81 \text{ м}^3 \cdot \text{с,}$$

Из расчета видно, что объём воздуха, удаляемый от местных отсосов, составляет  $L_{м} = 56910 \text{ м}^3 \cdot \text{ч.}$

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ 9-55-12,5 с двигателем АИР200L6 30 кВт 485 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

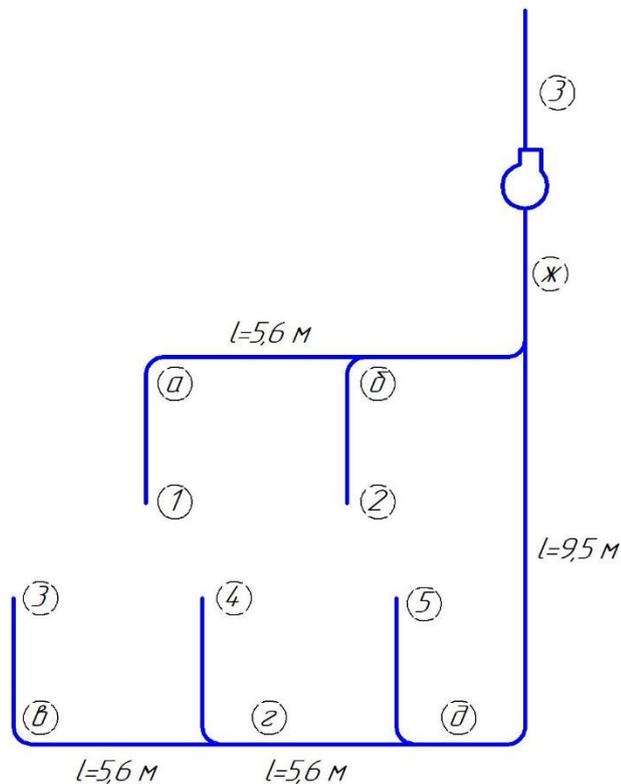


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 56910 \cdot 2/6 = 18970 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Для второй ветви:

$$L_{M2} = 56910 \cdot 3/6 = 28455 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [57]:

$$D = 1,13 \cdot \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left( \frac{18970}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

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

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \cdot \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left( \frac{56910}{0,2} \right)^{1/2} = 603 \text{ мм},$$

## 2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- *Lorh S8 SpeedPulse XT*;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: напильник ГОСТ 1465-80 2820-0018,

угловая шлифовальная машина (УШМ) ГОСТ Р МЭК 607-2-3-2011.

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

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

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет

внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [62].

Мероприятия по борьбе с шумом.

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

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

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

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

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами  $172 \div 293$  Дж/с ( $150 \div 250$  ккал/ч) [30].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [63].

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

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

#### 5. Вибрация.

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

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

Местная вибрация.

По источнику возникновения локальные вибрации подразделяются на передающиеся от:

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

Вибрацию создают пневматические шлифмашинки.

### **7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке**

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой [64].

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 16 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 4 ряда по 4 светильника.

## **7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды**

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

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

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

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см<sup>2</sup>·мин [65].

Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии Э4 (свыше 400А).

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

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

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключаяющие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень

средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

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

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

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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

Электрический ток.

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

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

Электробезопасность.

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

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

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

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

#### **7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов**

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

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

## 7.5 Охрана окружающей среды

Защита селитебной зоны.

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [66].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки рамы поворотной ФЮРА.КС-5371.1311.000.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в

содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [66].

Охрана водного бассейна.

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

Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки рамы основной предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [66].

## **7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях**

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

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- огнетушитель ОП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;

- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

## **7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Проект вытяжной вентиляции.

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

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

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

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

## Заключение

В курсовом проекте произведен проектный расчет участка сборочно-сварочного цеха для изготовления рамы поворотной «КС-5371.1311.000.000». Исходя из особенностей материала изделия, условий технологичности сборки, пространственного положения сварных швов были подобраны оптимальные режимы сварки, сварочные материалы, сварочное оборудование.

В проекте про нормированы сборочно-сварочные операции по времени для изготовления изделия в целом, а также сборочных единиц по операциям. Рассчитано количество оборудования на каждой операции, исходя из этого определены коэффициенты загрузки оборудования. Составлен технологический процесс изготовления рамы основной.

В проекте произведен расчет и планировка участка сборочно-сварочного цеха. Разработанный участок имеет следующие технические характеристики:

- 1 Площадь участка, м<sup>2</sup>            240,3
- 2 Количество приспособлений, шт.  
Приспособление сборочно-сварочное    3
- Плита сварочная            2
- 3 Количество смен            1
- 4 Количество рабочих явочных    3  
Количество рабочих списочных    7
- 5 Оборудование, шт:  
Полуавтомат *Lorh S8 SpeedPulse XT 5*.

## Библиография

1. Основные технологические и маркетинговые тенденции развития сварочного производства. Сварочное производство. 2016. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29290066> (дата обращения 12.02.2021).
2. Comparison of arc stability and variability of geometry of welds obtained by MIG/MAG and FCAW processes (2017) Nogueira, R.M.U., Bohórquez, C.E.N., Zanella, I.G. *Welding International* 31(3), с. 161-172.
3. Влияние настройки параметров сварки на стабильность процесса MIG / MAG при работе с коротким замыканием (2016) – URL: [http://www.posgrad.mecanica.ufu.br/revistasi/full/full\\_16\\_01\\_316.pdf](http://www.posgrad.mecanica.ufu.br/revistasi/full/full_16_01_316.pdf); doi: 10.1590/S0104-92242011000100004 (дата обращения 14.02.2021).
4. Study of negative polarity parameters in MIG/MAG variable polarity welding for cladding [Estudo dos parâmetros de polaridade negativa na soldagem MIG/MAG polaridade variável para revestimento] (2017) Baumgaertner Filho, A.J., Gonzalez, A.R. *Soldagem e Inspecao* 22(1), с. 46-58.
5. We make the welding technology of the future Wirth, J.a, Sato, F. Volume 89, Issue 4, 2020, Pages 244-247.
6. Оценка применения контролируемого короткого замыкания в загрузочных проходах с двухпроводным процессом MIG / MAG (2017) – URL: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2762/journal/40430>; doi: 10.1590 / S1678-58782004000100015 (дата обращения 14.02.2021).
7. Different generations of manufacturing processes: A critical review (2017) – URL: <https://ezproxy.ha.tpu.ru:2059/record/display.uri?eid=2-s2.0-85018471625>; doi: 10.1016/S0924-0136(02)00860-9.
8. A nonlinear coupled-variables model for mass transfer modes in MIG-MAG processes with experimental validation. Де Оливейра Эвальд, Мор, Дж. Л., Аззолин, Р. З., Da Costa Botelho, S. S.

9. Proposta e análise de dispositivo para otimização do destacamento da gota na soldagem MIG/MAG. Камарго, Л. Г., Drechsler, M.F., Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Campus Joinville, Joinville, SC, Бразилия; doi: 10.1590/0104-9224/SI2101.08.

10. Полупроводниковые инверторы и их применение в современных технологиях – URL:[https://elibrary.ru/download/elibrary\\_35077843\\_71473672.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_35077843_71473672.pdf) (дата обращения 15.02.2021).

11. Подходы к построению универсального инверторного источника питания с переменной структурой – URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_42667881\\_41145913.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_42667881_41145913.pdf) (дата обращения 16.02.2021).

12. Different generations of manufacturing processes: A critical review (2017) – URL: <https://ezproxy.ha.tpu.ru:2059/record/display.uri?eid=2-s2.0-85018471625>; doi: 10.1016/S0924-0136(02)00860-9 (дата обращения 17.02.2021).

13. Основные технологические и маркетинговые тенденции развития сварочного производства. Сварочное производство. 2016. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29290066> (дата обращения 18.02.2021).

14. Современные сварочные инверторы. Мальков С. Силовая электроника. 2017. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15619522> (дата обращения 18.02.2021).

15. Разработка и оценка технологии импульсной подачи проволоки для дуговой сварки (2018) – URL: <http://www.scielo.br/pdf/si/v23n3/0104-9224-si-23-3-326.pdf> doi: 10.1590/0104-9224/SI2303.03 (дата обращения 20.02.2021).

16. Влияние импульсов на процессы сварки и наплавки в механизированном и автоматическом оборудовании (2017) – URL: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2110> doi: 10.1016/j.msea.2019.02.078

17. The parameters estimation of pulse-arc welding by high-chromium flux-cored wire. Davydov, Y.S., Razikov, N.M., Korobov, Y.S., Razikov, M.N., Davydov, A.Y. (2021) Welding International.

18. Parametric study of pulse arc welding (PAW) and laser beam welding (LBW) techniques for electrical vehicle battery cells. Iqbal, N., Nath, S., Coleman, A.E., Lawrence, J. (2021) Materials Science Forum 1016 MSF, с. 611-617. doi: 10.4028/www.scientific.net/MSF.1016.611

19. Разработка и практическое применение адаптивной импульсно-дуговой сварки при изготовлении и ремонте металлоконструкций ответственного назначения. (2016) – URL: <http://www.scientific.net/AMM> ISBN:978-303835281-5; 978-303835281-5; doi: 10.4028 / www.scientific.net / AMM.682.332 (дата обращения 20.02.2021).

20. Крампит А. Г., Зернин Е. А., Крампит М. А. Современные способы импульсно-дуговой MIG/MAG сварки // Технологии и материалы. 2015. №1. С. 4– 11.

21. Испытания сварочных свойств оборудования для дуговой сварки: / В.С. Милютин — Екатеринбург, 2019. — 466 с.

22. Сварочная технология SpeedArc: быстрое проплавление толстого металла – URL: <https://www.shtorm-its.ru/info/articles/speed-arc-cvarka-tolstolistovogo-metalla-v-uzkuyu-razdelku/-SpeedArc> 3 (дата обращения 24.02.2021).

23. Speed процессы – URL: Speed процессы - Дом сварки ([domsvarki.ru](http://domsvarki.ru)) (дата обращения 24.02.2021).

24. Скоростной перенос дуги™ (SAT) – URL: Скоростной перенос дуги™ (SAT) ([esab.ru](http://esab.ru)) <https://www.esab.ru/ru/ru/automation/process-solutions/gmaw/sat.cfm> (дата обращения 25.02.2021).

25. Технология полуавтоматической сварки процессом STT II – URL: Технология полуавтоматической сварки процессом STT. ([lincolnweld.ru](http://lincolnweld.ru)) (дата обращения 25.02.2021).

26. Технология forceArc – URL: EWM Russia - Компания - Новости компании - Технология forceArc ([ewm-ru.ru](http://ewm-ru.ru)) (дата обращения 02.03.2021).

27. Сварочные аппараты серии S SpeedPulse XT – URL: <https://lorch.ru/sxtlorch/> (дата обращения 06.03.2021).

28 РД 36-62-00 «Оборудование грузоподъемное» – URL: [http://www.skunb.ru/data/upload/documents/files/ibo/GOST\\_new.pdf](http://www.skunb.ru/data/upload/documents/files/ibo/GOST_new.pdf) / (дата обращения: 12.03. 2021).

29. Требование к оформлению документации – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001260> (дата обращения 12.03.2021).

30. Методы проектирования – URL: [https://science.wikia.org/ru/wiki/Методы\\_проектирования](https://science.wikia.org/ru/wiki/Методы_проектирования) / (дата обращения 14.03.2021).

31. Кисаримов Р.А. Справочник сварщика. – М.: И П РадиоСофт, 2007 – 288с.

32. Марочник сталей и сплавов /М.М. Колосков, Е.Т Долбенко, Ю.В. Коширский и др.; под общей М28 ред. А. С Зубченко – М.: Машиностроение, 2001 – 627с.: ИЛЛ.

33. Конструкционные углеродистые стали – URL: [http://www.splav-kharkov.com/mat\\_start.php?name\\_id=349](http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=349) (дата обращения 20.03.2021).

34. Томас К.И., Ильященко Д.П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» – 2011 – 247с.

35. Проволока сварочная СВ08Г2С ГОСТ 2246-70 – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005429> (дата обращения 25.03.2021).

36. ГОСТ Р ИСО 14175-2010. Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084975> (дата обращения 25.03.2021).

37. Томас К.И., Ильященко Д.П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» – 2011 – 247с.

38. Оботуров В.И. Дуговая сварка в защитных газах. М: Стройиздат, 1989 – 232с.

39. Контроль и регулировка импульсной сварочной дуги с LORCH XT – URL: <https://www.ecosvar.com/novosti/857-lorch-xt-news> (дата обращения 25.03.2021).

40. Конфигурация S8 SpeedPulse XT – URL: <https://www.lorch.eu/ru/productworld/s8-speedpulse-xt/> (дата обращения 27.03.2021).

41. Сварочные приспособления. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95с.

42. ГОСТ 12.2.070-81. Краны грузоподъемные. Сварка стальных конструкций – URL: [http://stroyka-ip.ru/xsv\\_sv\\_pto\\_pod/gost-12\\_2\\_070-81/gost-12\\_2\\_070-81\\_c.html](http://stroyka-ip.ru/xsv_sv_pto_pod/gost-12_2_070-81/gost-12_2_070-81_c.html) (дата обращения 27.03.2021).

43. Комплект ВИК "Эксперт" – URL: <https://ntcexpert.ru/vic/1322-komplekt-vik-expert> (дата обращения 30.03.2021).

44. Ультразвуковой дефектоскоп А1212 МАСТЕР – URL: <https://ntcexpert.ru/uc/ultrazvukovoi-defektoskop/576-ultrazvukovoj-defektoskop-a1212-master> (дата обращения 30.03.2021).

45. СТО 9701105632-003-2021. Инструкция по визуальному и измерительному контролю – URL: [https://svarikon.ru/wp-content/uploads/2021/03/STO\\_9701105632-003-2021.pdf](https://svarikon.ru/wp-content/uploads/2021/03/STO_9701105632-003-2021.pdf) (дата обращения 30.03.2021).

46. ГОСТ Р ИСО 17640-2016. Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Технология, уровни контроля и оценки – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200133735> (дата обращения 30.03.2021).

47. Состав производственного процесса и общая методика разработки его документации – URL: <https://msd.com.ua/osnovy-proektirovaniya-svarochnyx-sehov/sostav-proizvodstvennogo-processa-i-obshhaya-metodika-razrabotki-ego-dokumentacii-2/> (дата обращения 30.03.2021).

48. Организация и нормирование труда: учеб.-метод. пособие для студентов экономических специальностей. В 2 ч. Ч. II. Нормирование труда / А. В. Митренкова; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2018. – 68 с. ISBN 978-985-554-536-2 (ч. II)

49. Ахумов А.В. Справочник нормировщика. Ленинград, «Машиностроение», 1986, 458с.

50. Нормирование сварочных материалов для дуговой сварки: справочное пособие / Автор – составитель: Волков В.В., преподаватель ОГБПОУ “Томский промышленно - гуманитарный колледж“, 48с., 2017.

51. Технический прогресс в сварочном производстве – URL: <https://mash-xxl.info/info/675115/> (дата обращения 30.03.2021).

52. Хайдарова А.А. Практикум по конструированию сварочных приспособлений. Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 63 с.

53. Сборочно-сварочного цеха – URL: <https://poisk.ru/s54518t18.html#:~:text=заготовительное%20%20включает%20производственные%20участки,поверхностных%20покрытий%20и%20отделки%20продукции%3B> (дата обращения 07.04.2021).

54. Цена Сварочный полуавтомат S 8 Speed Pulse LORCH – URL: [https://technored.ru/catalog/oborudovanie/svarochnye\\_apparaty/svarochnyyu\\_poluavtomat\\_s\\_8\\_speed\\_pulse\\_lorch\\_.html](https://technored.ru/catalog/oborudovanie/svarochnye_apparaty/svarochnyyu_poluavtomat_s_8_speed_pulse_lorch_.html) (дата обращения 07.04.2021).

55. Организация производства и менеджмент: методические указания выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства» вечерней формы обучения / О.Н. Жданова. – Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005 – 32с.

56. Расчеты экономической эффективности новой техники: Справочник / Под. Общ.ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отд., 1990 – 448с.

57. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие. Изд. 2-е. дополнительное / В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2003. – 159 с.

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

59. Аэрозоли (пыли) – URL: <https://studfile.net/preview/1856506/page:48/> (дата обращения 17.04.2021).

60. Вентиляция производственных помещений – URL: [https://studme.org/184898/stroitelstvo/mestnaya\\_vytyazhnaya\\_ventilyatsiya](https://studme.org/184898/stroitelstvo/mestnaya_vytyazhnaya_ventilyatsiya) (дата обращения 17.04.2021).

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

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

63. 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.

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

65. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарногигиенические требования – URL: [http://www.rosteplo.ru/Npb\\_files/npb\\_shablon.php?id=666](http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=666)

66. Строительные нормы и правила СНиП 2.07.01-89 – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200163> (дата обращения 17.04.2021).

67. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах" – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573264187?marker=6520IM> (дата обращения 20.04.2021).

68. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004932> // (дата обращения 25.04.2021).

69. Сталь марки 10XCHД – URL: [https://metallichekiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/10XSHD](https://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/10XSHD) (дата обращения 26.04.2021).

70. Характеристика материала СтЗпс – URL: [http://splav-kharkov.com/mat\\_start.php?name\\_id=349](http://splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=349) (дата обращения 27.04.2021).

71. Сварочная проволока СВ-08Г2С – URL: <https://www.ооопульсар.рф/svarochnye-materialy-esab/svarochnaya-provoloka/sv-08g2s/> (дата обращения 27.04.2021).

72. Сварочная технология Speed Puls – URL: <https://www.ecosvar.com/statyi/863-svarochniye-tehnologii-speedpuls> (дата обращения 02.05.2021).

73. Технические газы. Смеси аргона с углеродом – URL: <http://tg35.ru/tehnicheskie-gazy/smesi-argona-s-uglerodom/> (дата обращения 04.05.2021).

74. Плита сварочная в России – URL: <https://promportal.su/tags/162431/plita-svarochnaya/> (дата обращения 18.04.2021).

75. Лист прайс-лист - Металлсервис Москва – URL: <https://mc.ru/prices/listovojprokat.htm> (дата обращения 18.04.2021).

**Приложение А**  
(Спецификация изделия)

| Формат        | Зона      | Поз.           | Обозначение                  | Наименование              | Кол. | Примечание |
|---------------|-----------|----------------|------------------------------|---------------------------|------|------------|
|               |           |                |                              |                           |      |            |
| Перв. примен. |           |                |                              | <u>Документация</u>       |      |            |
|               |           |                | ФЮРА.КС-5371.1311.038.000 СБ | Сборочный чертеж          |      | 7хА1       |
| Справ. №      |           |                |                              | <u>Сборочные единицы</u>  |      |            |
|               |           | 1              | ФЮРА.КС-5371.1311.038.100    | Площадка                  | 1    |            |
|               |           | 2              | ФЮРА.КС-5371.1311.038.200    | Кронштейн                 | 1    |            |
|               |           | 3              | ФЮРА.КС-5371.1311.038.300    | Кронштейн                 | 2    |            |
|               |           | 4              | ФЮРА.КС-5371.1311.038.400    | Кронштейн                 | 2    |            |
|               |           | 5              | ФЮРА.КС-5371.1311.038.500    | Рама                      | 1    |            |
|               |           | 6              | ФЮРА.КС-5371.1311.038.600    | Кронштейн                 | 1    |            |
|               |           | 7              | ФЮРА.КС-5371.1311.038.700    | Кронштейн                 | 1    |            |
| Подп. и дата  |           | 8              | ФЮРА.КС-5371.1311.038.800    | Кронштейн                 | 2    |            |
|               |           |                |                              | <u>Детали</u>             |      |            |
| Инв. № д.д.д. |           | 9              | ФЮРА.КС-5371.1311.038.001    | Накладка                  | 1    |            |
|               |           | 10             | ФЮРА.КС-5371.1311.038.002    | Кронштейн                 | 1    |            |
| Взам. инв. №  |           | 11             | ФЮРА.КС-5371.1311.038.003    | Кронштейн                 | 1    |            |
|               |           | 12             | ФЮРА.КС-5371.1311.038.004    | Накладка                  | 1    |            |
|               |           | 13             | ФЮРА.КС-5371.1311.038.005    | Планка                    | 1    |            |
| Подп. и дата  |           | 14             | ФЮРА.КС-5371.1311.038.006    | Кронштейн                 | 1    |            |
|               |           |                |                              | ФЮРА.КС-5371.1311.038.000 |      |            |
| Инв. № подл.  | Изм.      | Лист           | № докум.                     | Подп.                     | Дата |            |
|               | Разработ. | Сайлауханов КС |                              |                           |      |            |
|               | Проб.     | Ильященко ДП   |                              |                           |      |            |
|               | Н.контр.  | Ильященко ДП   |                              |                           |      |            |
| Утв.          |           |                |                              |                           |      |            |
|               |           |                |                              | Рама поворотная           |      |            |
|               |           |                |                              | ЮТИ ТПУ<br>гр. 10А72      |      |            |
|               |           |                |                              | Копировал                 |      |            |
|               |           |                |                              | Формат А4                 |      |            |

| Формат       |              | Зона          | Поз.         | Обозначение               | Наименование                                                                      | Кол.      | Примечание                |      |      |
|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------|------|------|
|              |              |               | 15           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.007 | Скоба                                                                             | 1         |                           |      |      |
|              |              |               | 16           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.008 | Пластина                                                                          | 2         | 0,005 кг.                 |      |      |
|              |              |               |              |                           | БТ-ПН-1,0 ГОСТ19904-90<br>Лист К270В-5-III-08гс ГОСТ16523-97<br>(15±1)х(40±1) мм. |           |                           |      |      |
|              |              |               | 17           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.009 | Кронштейн                                                                         | 1         |                           |      |      |
|              |              |               | 18           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.010 | Платик                                                                            | 4         |                           |      |      |
|              |              |               | 19           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.011 | Кронштейн                                                                         | 1         |                           |      |      |
|              |              |               | 20           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.012 | Кронштейн                                                                         | 3         |                           |      |      |
|              |              |               | 21           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.013 | Банка                                                                             | 11        |                           |      |      |
|              |              |               | 22           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.014 | Платик                                                                            | 4         |                           |      |      |
|              |              |               | 23           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.015 | Кронштейн                                                                         | 1         |                           |      |      |
|              |              |               | 24           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.016 | Кронштейн                                                                         | 1         |                           |      |      |
|              |              |               | 25           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.017 | Кронштейн                                                                         | 1         |                           |      |      |
|              |              |               | 26           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.018 | Накладка                                                                          | 2         |                           |      |      |
|              |              |               | 27           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.019 | Планка                                                                            | 9         |                           |      |      |
|              |              |               | 28           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.020 | Втулка                                                                            | 2         |                           |      |      |
|              |              |               | 29           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.021 | Планка                                                                            | 1         |                           |      |      |
|              |              |               | 30           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.022 | Кронштейн                                                                         | 2         |                           |      |      |
|              |              |               | 31           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.023 | Кронштейн                                                                         | 1         |                           |      |      |
|              |              |               | 32           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.024 | Кронштейн                                                                         | 3         |                           |      |      |
|              |              |               | 33           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.025 | Кронштейн                                                                         | 1         |                           |      |      |
|              |              |               | 34           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.026 | Кронштейн                                                                         | 2         |                           |      |      |
|              |              |               | 35           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.027 | Петля                                                                             | 10        |                           |      |      |
|              |              |               | 36           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.028 | Проушина                                                                          | 2         |                           |      |      |
|              |              |               | 37           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.029 | Планка                                                                            | 6         |                           |      |      |
|              |              |               | 38           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.030 | Платик                                                                            | 1         |                           |      |      |
|              |              |               | 39           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.031 | Банка                                                                             | 35        |                           |      |      |
| Инв. № подл. | Взам. инв. № | Инв. № д.д.д. | Подп. и дата |                           |                                                                                   |           | ФЮРА.КС-5371.1311.038.000 |      | Лист |
|              |              |               |              | Изм.                      | Лист                                                                              | № док.им. | Подп.                     | Дата | 2    |

Копировал

Формат А4

## Приложение Б

(Спецификация сборочно-сварочного приспособления)

| Формат                            | Зона | Поз.           | Обозначение               | Наименование                      | Кол. | Примечание |
|-----------------------------------|------|----------------|---------------------------|-----------------------------------|------|------------|
|                                   |      |                |                           |                                   |      |            |
| <i>Документация</i>               |      |                |                           |                                   |      |            |
| A1                                |      |                | ФЮРА.000001.038.00.000 СБ | Сборочно-сварочное приспособление |      |            |
| <i>Детали</i>                     |      |                |                           |                                   |      |            |
| 1                                 |      |                | ФЮРА.000001.038.001       | Стол универсальный 3x1,5          | 1    |            |
| 2                                 |      |                | ФЮРА.000001.038.002       | Ножка маленькая                   | 6    |            |
| 3                                 |      |                | ФЮРА.000001.038.003       | Стол дополнительный               | 3    |            |
| 4                                 |      |                | ФЮРА.000001.038.004       | Стойка                            | 4    |            |
| 5                                 |      |                | ФЮРА.000001.038.005       | Упор большой                      | 6    |            |
| 6                                 |      |                | ФЮРА.000001.038.006       | Упор маленький                    | 16   |            |
| 7                                 |      |                | ФЮРА.000001.038.007       | Болт                              | 22   |            |
| 8                                 |      |                | ФЮРА.000001.038.008       | Зажим                             | 4    |            |
| 9                                 |      |                | ФЮРА.000001.038.009       | Рельсы                            | 2    |            |
| 10                                |      |                | ФЮРА.000001.038.010       | Угольник                          | 2    |            |
| 11                                |      |                | ФЮРА.000001.038.011       | Ножка большая                     | 2    |            |
| 12                                |      |                | ФЮРА.000001.038.012       | Болт фиксирующий                  | 16   |            |
| 13                                |      |                | ФЮРА.000001.038.013       | Вспомогательные плоскости         | 2    |            |
| ФЮРА.000001.038.00.000            |      |                |                           |                                   |      |            |
| Изм. / лист                       |      | № докум.       |                           | Подп.                             |      | Дата       |
| Разработ.                         |      | Сайлауранов КС |                           |                                   |      |            |
| Проб.                             |      | Ильященко ДП   |                           |                                   |      |            |
| Н.контр.                          |      | Ильященко ДП   |                           |                                   |      |            |
| Утв.                              |      |                |                           |                                   |      |            |
| Сборочно-сварочное приспособление |      |                |                           | Лит.                              |      | Лист       |
|                                   |      |                |                           | 4                                 |      | 1          |
|                                   |      |                |                           |                                   |      | Листов     |
|                                   |      |                |                           |                                   |      | 1          |
|                                   |      |                |                           |                                   |      | ЮТИ ТПУ    |
|                                   |      |                |                           |                                   |      | гр. 10А72  |
|                                   |      |                |                           |                                   |      | Формат А4  |

Копировал

Формат А4

**Приложение В**  
(Технологический процесс)

|                                                                                          |                |  |  |    |   |                              |  |  |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--|--|----|---|------------------------------|--|--|---|
| ГОСТ 3.1105-84 Форма 2                                                                   |                |  |  |    |   |                              |  |  |   |
| Лист                                                                                     |                |  |  |    |   |                              |  |  |   |
| Взам.                                                                                    |                |  |  |    |   |                              |  |  |   |
| Подл.                                                                                    |                |  |  |    |   |                              |  |  |   |
|                                                                                          |                |  |  | 22 | 1 |                              |  |  |   |
|                                                                                          |                |  |  |    |   | ФЮРА.КС-5371.1311000.000     |  |  |   |
|                                                                                          |                |  |  |    |   | Рама поворотная              |  |  |   |
| <p><b>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</b></p> <p>на технологический процесс</p> <p>сборки-сварки</p> |                |  |  |    |   |                              |  |  |   |
|                                                                                          |                |  |  |    |   | Разработал Салилауханов К.С. |  |  |   |
|                                                                                          |                |  |  |    |   | Проверил Ильященко Д.П.      |  |  |   |
|                                                                                          |                |  |  |    |   | Н. контр. Ильященко Д.П.     |  |  |   |
|                                                                                          |                |  |  |    |   | Рецензент Ермаков А.А.       |  |  |   |
| Акт _____                                                                                |                |  |  |    |   |                              |  |  |   |
| Т/Л                                                                                      | Титульный лист |  |  |    |   |                              |  |  | 1 |

|              |                                                                                                      |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|-------|------------------------------------------------|------------------|-------|---|----|-----------------------|------|----|----|------|------|------|--|--|--|---|
| <i>Дубл.</i> |                                                                                                      |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| <i>Взам.</i> |                                                                                                      |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| <i>Подп.</i> |                                                                                                      |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| Разработ.    | <i>Сайлаханов К.С.</i>                                                                               |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| Проб.        | <i>Ильященко Д.П.</i>                                                                                |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| Нормир.      |                                                                                                      |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| Нач. БТК     |                                                                                                      |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| Н. контр.    | <i>Ильященко Д.П.</i>                                                                                |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| А            | Цех                                                                                                  | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции                     | СМ               | Проф. | Р | УТ | КР                    | КОИД | ЕН | ОП | Кшт. | Тпз. | Тшт. |  |  |  |   |
| Б            |                                                                                                      |     |    |       | Код, наименование оборудования                 |                  |       |   |    | Обозначение документа |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| К/М          |                                                                                                      |     |    |       | Наименование детали, сб. единицы или материала | Обозначение: код |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| А01          |                                                                                                      |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| 002          |                                                                                                      |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| 03           |                                                                                                      |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| А04          | <i>1. Детали и сварочная проволока перед сваркой должны быть очищены от масла, ржавчины и влаги.</i> |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| Б05          |                                                                                                      |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| 06           |                                                                                                      |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| 07           |                                                                                                      |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| 08           |                                                                                                      |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| 09           |                                                                                                      |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| 010          | <i>1. При работе соблюдать требования инструкции по охране труда:</i>                                |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| 011          | <i>РД 153-34.0-03.299/1-2001 – для слесарей механо-сборочных работ;</i>                              |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| 012          | <i>ПОТ №1101н – для эл. сварщиков</i>                                                                |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| Т13          | <i>ПОТ №336н – для стропалей</i>                                                                     |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| Т14          | <i>ТОИ Р-32-ЦВ-805-01 – для контролеров</i>                                                          |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| Т15          | <i>ПОТ №552н – для лиц, работающих с инструментом создающим вибрацию</i>                             |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| 16           | <i>ПОТ №533 – для лиц, работающих с кран – балками</i>                                               |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  |   |
| МК           | Маршрутная карта                                                                                     |     |    |       |                                                |                  |       |   |    |                       |      |    |    |      |      |      |  |  |  | 2 |

| Дубль     |                                                                                               |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|-------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------|----|-------|---|----|----|------|----|----|----|----|----|------|------|------|---------|--|--|
| Взам      |                                                                                               |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| Подл      |                                                                                               |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| Разработ. | <i>Саломуханов К.С.</i>                                                                       |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| Проб.     | <i>Ильященко Д.П.</i>                                                                         |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| Нормир.   |                                                                                               |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| Нач. БТК  |                                                                                               |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| Н. контр. | <i>Ильященко Д.П.</i>                                                                         |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| А         | Цех                                                                                           | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | Код, наименование оборудования | Код, наименование детали, сб. единицы или материала | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | ОП | ЕВ | ЕН | Клп. | Тпз. | Тшт. | Нрассх. |  |  |
| Б         |                                                                                               |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| К/М       |                                                                                               |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| А01       |                                                                                               |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| 002       | <i>2. Слесарям, работающим с прихватчиками, пользоваться очками со светофильтрами.</i>        |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| 03        | <i>3. При одновременной работе нескольких сварщиков на одной сборке или кабине, применять</i> |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| А04       | <i>переносные защитные ширмы 359-2204 или 359-2205</i>                                        |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| Б05       | <i>4. При массе деталей, сборки более 16 кг применять эл.мастовой кран или кран-балку</i>     |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| 06        | <i>грузоподъемности, соответствующей весу сборки, и соответствующие стропы</i>                |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| 07        | <i>5. Контроль первой сборки мастером.</i>                                                    |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| 08        |                                                                                               |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| 09        |                                                                                               |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| 010       |                                                                                               |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| 011       |                                                                                               |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| 012       |                                                                                               |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| Т13       |                                                                                               |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| Т14       |                                                                                               |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| Т15       |                                                                                               |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| 16        |                                                                                               |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      |         |  |  |
| МК        | Маршрутная карта                                                                              |     |    |       |                            |                                |                                                     |    |       |   |    |    |      |    |    |    |    |    |      |      |      | 3       |  |  |

| Дубл.   | Взам.                 | Подл.   |          |           |     |     |     |    |       |      |                                      |                       | Н. расх. | Такт. п.            |    |    |          |          |  |  |  |
|---------|-----------------------|---------|----------|-----------|-----|-----|-----|----|-------|------|--------------------------------------|-----------------------|----------|---------------------|----|----|----------|----------|--|--|--|
| Разраб. | Проб.                 | Нормир. | Нач. БТК | Н. контр. | К/М | Цех | Уч. | РМ | Опер. | Поз. | Наименование ДСЕ или материала       | Обозначение ДСЕ       | ОПП      | ЕВ                  | ЕН | КИ | Н. расх. | Такт. п. |  |  |  |
|         |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      |                                      | ФЮРАКС-5371311000000  |          |                     |    |    |          |          |  |  |  |
|         |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      | <i>Рама поворотная</i>               |                       |          |                     |    |    |          |          |  |  |  |
| К01     |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      |                                      |                       |          |                     |    |    |          |          |  |  |  |
| 02      |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      | <i>Проволока Св-08Г2С-0</i>          | ГОСТ 2246-70          | φ1,2     | 9,84 кг.            |    |    |          |          |  |  |  |
| 03      |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      | <i>Смесь газов Ar+CO<sub>2</sub></i> | ГОСТ Р ИСО 14175-2010 |          | 4,75 м <sup>3</sup> |    |    |          |          |  |  |  |
| 04      |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      |                                      |                       |          |                     |    |    |          |          |  |  |  |
| 05      |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      |                                      |                       |          |                     |    |    |          |          |  |  |  |
| 06      |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      | <i>Масса сд. ед. 1110,5 кг.</i>      |                       |          |                     |    |    |          |          |  |  |  |
| 07      |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      |                                      |                       |          |                     |    |    |          |          |  |  |  |
| 08      |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      |                                      |                       |          |                     |    |    |          |          |  |  |  |
| 09      |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      |                                      |                       |          |                     |    |    |          |          |  |  |  |
| 10      |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      |                                      |                       |          |                     |    |    |          |          |  |  |  |
| 11      |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      |                                      |                       |          |                     |    |    |          |          |  |  |  |
| 12      |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      |                                      |                       |          |                     |    |    |          |          |  |  |  |
| 13      |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      |                                      |                       |          |                     |    |    |          |          |  |  |  |
| 14      |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      |                                      |                       |          |                     |    |    |          |          |  |  |  |
| 15      |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      |                                      |                       |          |                     |    |    |          |          |  |  |  |
| 16      |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      |                                      |                       |          |                     |    |    |          |          |  |  |  |
| 17      |                       |         |          |           |     |     |     |    |       |      |                                      |                       |          |                     |    |    |          |          |  |  |  |
| КК      | Комплектовочная карта |         |          |           |     |     |     |    |       |      |                                      |                       |          |                     |    |    | 4        |          |  |  |  |

|           |                                                                                                         |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|-------|----------------------------|-----------------------|-------------------------------|---|----|----|------|----|----|------|------|------|----|---------|---|--|--|
| Дубл.     |                                                                                                         |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| Взам.     |                                                                                                         |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| Подп.     |                                                                                                         |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| Разраб.   | <i>Сайлаханов К.С.</i>                                                                                  |     |    |       |                            |                       | <i>ФЮРА.КС-5371038.00.000</i> |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| Проб.     | <i>Ильяченко Д.П.</i>                                                                                   |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| Нормир.   |                                                                                                         |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| Нач. БТК  | <i>Ильяченко Д.П.</i>                                                                                   |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| Н. контр. |                                                                                                         |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| А         | Цех                                                                                                     | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | СМ                    | Проф.                         | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт. | Тпз. | Тшт. |    |         |   |  |  |
| Б         | Код, наименование оборудования                                                                          |     |    |       |                            | Обозначение документа |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| К/М       | Наименование детали, сб. единицы или материала                                                          |     |    |       |                            | Обозначение: код      |                               |   |    |    |      |    |    |      |      | ЕН   | КИ | Н.расх. |   |  |  |
| А01       |                                                                                                         |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| 002       | <i>005 Комплектование</i>                                                                               |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| 03        |                                                                                                         |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| А04       | <i>Кран Q=5 т. Строп ВК-1,0 Q&gt;1 т.</i>                                                               |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| Б05       | <i>1. Подобрать детали, входящие в сборочную единицу, согласно спецификации ФЮРА.КС-5371000.00.000.</i> |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| 06        | <i>2. Проверить наличие клея на деталях.</i>                                                            |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| 07        |                                                                                                         |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| 08        | <i>010 Сборочно-сварочная</i>                                                                           |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| 09        | <i>T<sub>о</sub> = 39,7 мин.</i>                                                                        |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| 010       | <i>Кран Q=5 т. Строп ВК-1,0 Q&gt;1 т.; Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001038.00.000 СБ,</i>  |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| 011       | <i>Лож S8 SpeedPulse XT</i>                                                                             |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| 012       | <i>1. Установить раму поз. 5 по упорам на приспособление. Размер 255б±1 мм T=7 мин.</i>                 |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| 113       | <i>обдесчечивается приспособлением.</i>                                                                 |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| 114       | <i>2. Установить втулки поз. 28 на сбед. поз. 5 согласно чертежу. T = 2,2 мин.</i>                      |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| 115       |                                                                                                         |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| 16        |                                                                                                         |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         |   |  |  |
| КТП       | Карта технологического процесса                                                                         |     |    |       |                            |                       |                               |   |    |    |      |    |    |      |      |      |    |         | 5 |  |  |

|           |                                                                                                       |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|-------|-----------------------------|--|-----------------------|-------|---|------------------------|----|------|----|----|------|---------|----------------------------------|--|---|--|--|
| Дудл      |                                                                                                       |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| Взам      |                                                                                                       |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| Подп.     |                                                                                                       |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| Разраб.   | <i>Сайлаханов К.С.</i>                                                                                |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| Проб.     | <i>Ильященко Д.П.</i>                                                                                 |     |            |       |                             |  |                       |       |   | ФНРАК(-537181000.000)  |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| Нормир.   |                                                                                                       |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| Нач. БТК  | <i>Ильященко Д.П.</i>                                                                                 |     |            |       |                             |  |                       |       |   | <i>Рама поворотная</i> |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| Н. контр. |                                                                                                       |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| А         | Цех                                                                                                   | Уч. | РМ         | Опер. | Код, наименование операции  |  | Обозначение документа |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| Б         | Код, наименование оборудования                                                                        |     |            |       | Код, наименование материала |  | СМ                    | Проф. | Р | УТ                     | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт. | Тпз.    | Тшт.                             |  |   |  |  |
| К/М       | Наименование детали, сб. единицы или материала                                                        |     |            |       |                             |  | Обозначение, код      |       |   |                        |    |      | ЕН | ЕВ | КИ   | Н.расс. |                                  |  |   |  |  |
| А01       |                                                                                                       |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| 002       | <i>3. Прихватить детали в порядке установки. Количество прихваток – 8 шт.</i>                         |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         | <i>T = 4,1 мин.</i>              |  |   |  |  |
| 03        |                                                                                                       |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| А04       |                                                                                                       |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| Б05       | <i>4. Приварить дет.</i>                                                                              |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         | <i>T = 24,3 мин.</i>             |  |   |  |  |
| 06        | Тип соединения                                                                                        |     | Длина, мм. |       | Расход, кг.                 |  | <i>Проходов</i>       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| 07        | №5 Н1-△ 16                                                                                            |     | 13816      |       | 139                         |  | 6                     |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| 08        | №9 Н1-△ 1,5                                                                                           |     | 942        |       | 0,09                        |  | 1                     |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| 09        | <i>5. Клеймить клеем сварщика на поз. 5.</i>                                                          |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| 010       |                                                                                                       |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| 011       | <i>015 Слесарная</i>                                                                                  |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         | <i>T<sub>0</sub> = 24,3 мин.</i> |  |   |  |  |
| 012       | <i>УШМ ГОСТ Р МЭК 60745-2-3-2011, напильник ГОСТ 1465-80 2820-0018.</i>                               |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| Т13       | <i>1. Зачистить сб. соединения и окошковые зоны от брызг сварки, напильнов. Rz80 мкм</i>              |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         | <i>T = 17,6 мин.</i>             |  |   |  |  |
| Т14       | <i>2. Предъявить сб. ед. БТК.</i>                                                                     |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| Т15       | <i>3. Маркировать номер заказа, обозначение, порядковый номер сб. ед. на табличке на дет. поз. 5.</i> |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         | <i>T = 4,6 мин.</i>              |  |   |  |  |
| 16        |                                                                                                       |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  |   |  |  |
| КТП       | <i>Карта технологического процесса</i>                                                                |     |            |       |                             |  |                       |       |   |                        |    |      |    |    |      |         |                                  |  | 6 |  |  |

| Дцдл      | Взам            | Пздл |    |                                                |                            |    |                                                                                                   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
|-----------|-----------------|------|----|------------------------------------------------|----------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----|------|----|----|----|----|------|------|------|---------|
| Разроб.   | Сайлаханов К.С. |      |    |                                                |                            |    |                                                                                                   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| Проб.     | Ильяченко ДП    |      |    |                                                |                            |    |                                                                                                   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| Нормир.   |                 |      |    |                                                |                            |    |                                                                                                   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| Нач. БТК  | Ильяченко ДП    |      |    |                                                |                            |    |                                                                                                   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| Н. контр. |                 |      |    |                                                |                            |    |                                                                                                   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| А         | Цех             | Уч.  | РМ | Опер.                                          | Код, наименование операции | СМ | Проф.                                                                                             | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | ЕВ | ЕН | Клп. | Тпз. | Тшт. | Нрассх. |
| Б         |                 |      |    | Код, наименование оборудования                 |                            |    |                                                                                                   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| К/М       |                 |      |    | Наименование детали, сб. единицы или материала |                            |    |                                                                                                   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| A01       |                 |      |    |                                                |                            |    | Обозначение документа                                                                             |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| 002       |                 |      |    |                                                |                            |    | Обозначение, код                                                                                  |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| 03        |                 |      |    |                                                |                            |    | 020 Контроль T <sub>0</sub> = 14, 1 мин.                                                          |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| A04       |                 |      |    |                                                |                            |    | 1. Набор Вик "Эксперт", люксметр ТКА-ПКМ                                                          |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| B05       |                 |      |    |                                                |                            |    | 2. Предъявить БТК сварные швов №9, закрываемые при дальнейшей сборке.                             |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| 06        |                 |      |    |                                                |                            |    |                                                                                                   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| 07        |                 |      |    |                                                |                            |    |                                                                                                   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| 08        |                 |      |    |                                                |                            |    | 025 Сварка T = 44 мин.                                                                            |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| 09        |                 |      |    |                                                |                            |    |                                                                                                   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| 010       |                 |      |    |                                                |                            |    | Кран-балку Q=1 т. Строп ВК-10 Q>1 т., Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001038.00.000 СБ. |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| 011       |                 |      |    |                                                |                            |    | Lagh S8 SpeedPulse XT.                                                                            |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| 012       |                 |      |    |                                                |                            |    | 1. Установить площадку поз.1 по упорам на приспособление. Размер 4265±1 мм T = 8 мин.             |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| T13       |                 |      |    |                                                |                            |    | одепечивается приспособлением.                                                                    |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| T14       |                 |      |    |                                                |                            |    | 2. Прихватить раму поз. 5 и площадку поз. 1. Количество прихваток – 7 шт. T = 6 мин.              |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| T15       |                 |      |    |                                                |                            |    | 3. Приварить сб. ед. 5 и 1 T = 30 мин.                                                            |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| 16        |                 |      |    |                                                |                            |    |                                                                                                   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
| КТП       |                 |      |    |                                                |                            |    | Карта технологического процесса                                                                   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      |         |
|           |                 |      |    |                                                |                            |    |                                                                                                   |   |    |    |      |    |    |    |    |      |      |      | 7       |

|              |                                                                                                                    |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|-------|----------------------------|----|-------|---|----|----|------|----|----|------|------|------|--|-------------|--|-----------------|--|
| <i>Дубл.</i> |                                                                                                                    |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| <i>Взам.</i> |                                                                                                                    |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| <i>Подл.</i> |                                                                                                                    |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| Разраб.      | <i>Сайлауханов К.С.</i>                                                                                            |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| Проб.        | <i>Ильяченко Д.П.</i>                                                                                              |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| Нормир.      |                                                                                                                    |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| Нач. БТК     |                                                                                                                    |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| Н. контр.    | <i>Ильяченко Д.П.</i>                                                                                              |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| A            | Цех                                                                                                                | Уч. | РМ         | Опер. | Код. наименование операции | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт. | Тпз. | Тшт. |  |             |  |                 |  |
| B            | Код. наименование оборудования                                                                                     |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| K/M          | Наименование детали, сб. единицы или материала                                                                     |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| A01          | <i>Рама поворотная</i>                                                                                             |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| 002          | Тип соединения                                                                                                     |     | Длина, мм. |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  | Расход, кг. |  | <i>Проходов</i> |  |
| 03           | №15 нест.                                                                                                          |     | 748        |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  | 0,39        |  | 5               |  |
| A04          | №8 нест.                                                                                                           |     | 656        |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  | 0,3         |  | 4               |  |
| B05          | 4. Клеить клеем сварщика на поз. 5.                                                                                |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| 06           |                                                                                                                    |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| 07           |                                                                                                                    |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| 08           |                                                                                                                    |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| 09           | <i>ОЗО Слесарная</i><br><i>T<sub>0</sub> = 24,3 мин.</i>                                                           |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| 010          | <i>УШМ ГОСТ Р МЭК 60745-2-3-2011, напильник 2820-0018 ГОСТ 1465-80.</i>                                            |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| 011          | <i>1. Зачистить сб. соединения и околошовые зоны от брызг сварки, напыльов. Rz40 мкм. T = 18,8 мин.</i>            |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| 012          | <i>2. Предъявить сб. ед. БТК. T = 4,6 мин.</i>                                                                     |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| T13          | <i>3. Маркировать номер заказа, обозначение, порядковый номер сб. ед. на табличке на дет. поз. 5. T = 2,1 мин.</i> |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| T14          |                                                                                                                    |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| T15          |                                                                                                                    |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| 16           |                                                                                                                    |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  |             |  |                 |  |
| КТП          | Карта технологического процесса                                                                                    |     |            |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |  | 8           |  |                 |  |

|           |                                                                                               |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|-------|----------------------------|----|-------|---|----|----|------|----|----|------|------|------|-----------------------|-----|----|----|----|---------|------------------|
| Дубль     |                                                                                               |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| Взам      |                                                                                               |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| Подл      |                                                                                               |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| Разработ. | <i>Сайлаханов К.С.</i>                                                                        |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| Проб.     | <i>Ильященко ДП</i>                                                                           |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| Нормир.   |                                                                                               |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| Нач. БТК  |                                                                                               |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| Н. контр. | <i>Ильященко ДП</i>                                                                           |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| А         | Цех                                                                                           | Уч | РМ | Опер. | Код, наименование операции | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт. | Тпз. | Тшт. | Обозначение документа | ОПП | ЕВ | ЕН | КИ | Н.расх. |                  |
|           |                                                                                               |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         | Обозначение, код |
| Б         | Код, наименование оборудования                                                                |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| К/М       | Наименование детали, сб. единицы или материала                                                |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| A01       | <i>Рама плаваратная</i>                                                                       |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| 002       | <i>035 Контроль</i>                                                                           |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| 03        | <i>T<sub>0</sub> = 12,8 мин.</i>                                                              |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| A04       | <i>1. Набор Вик "Эксперт", люксметр ТКА-ПКМ, дефектоскоп А1212 Мастер.</i>                    |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| B05       | <i>2. Предъявить БТК сварные швы №8, №15 закрываемые при дальнейшей сборке.</i>               |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| 06        |                                                                                               |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| 07        |                                                                                               |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| 08        | <i>040 Сварка</i>                                                                             |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| 09        | <i>T<sub>0</sub> = 25 мин.</i>                                                                |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| 010       | <i>Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001038.000.000 СБ.</i>                           |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| 011       | <i>Linkol Logh S8 SpeedPulse XT.</i>                                                          |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| 012       | <i>1. Прихватить раму поз. 5 и площадку поз. 1. Количество прихваток – 22 шт. T = 12 мин.</i> |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| 113       | <i>2. Выполнить сварные швы</i>                                                               |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| 114       | <i>Тип соединения</i>                                                                         |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| 115       | <i>№14 нест.</i>                                                                              |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| 16        | <i>Длина, мм</i>                                                                              |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
|           | <i>Расход, кг.</i>                                                                            |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
|           | <i>656</i>                                                                                    |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
|           | <i>0,456</i>                                                                                  |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
|           | <i>5</i>                                                                                      |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    |         |                  |
| КТП       | <i>Карта технологического процесса</i>                                                        |    |    |       |                            |    |       |   |    |    |      |    |    |      |      |      |                       |     |    |    |    | 9       |                  |



| Дудл      |                                                                                                |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|-------|----------------------------|-----------------|-------|---|----|----|------|------------------------------|----|------|----|----|------|-----------------------|--|--|--|--|
| Взам      |                                                                                                |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| Подл      |                                                                                                |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| Разработ. | <i>Сайлауаханов К.С.</i>                                                                       |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| Проб.     | <i>Ильященко Д.П.</i>                                                                          |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      | <i>ФЮРАКС-5371311000.000</i> |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| Нормир.   |                                                                                                |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| Нач. БТК  |                                                                                                |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| Н. контр. | <i>Ильященко Д.П.</i>                                                                          |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| А         | Цех                                                                                            | Уч. | РМ | Опер. | Код. наименование операции | СМ              | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН                           | ОП | Кшт. | ЕН | КМ | Тшт. | Обозначение документа |  |  |  |  |
| Б         | Код. наименование оборудования                                                                 |     |    |       |                            | Обозначение код |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| К/М       | Наименование детали, сб. единицы или материала                                                 |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| A01       |                                                                                                |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| 002       | <i>7. Приварить кронштейны поз. 6, 7, 8 к раме поз. 5. T = 18 мин.</i>                         |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| 03        | <i>Тип соединения Длина, мм. Расход, кг. Проходов.</i>                                         |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| A04       | <i>№4 Н1-□ 10 1561 0,612 3</i>                                                                 |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| Б05       | <i>8. Клеймить клеймом сварщика поз. 5.</i>                                                    |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| 06        |                                                                                                |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| 07        |                                                                                                |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| 08        | <i>050 Сварка Tо = 318 мин.</i>                                                                |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| 09        | <i>Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001038.00.000 СБ, Logh S8 SpeedPulse XT.</i>      |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| 010       | <i>1. Установить на сб. ед. 5 два кронштейна поз. 3 согласно чертежу. T = 6,4 мин.</i>         |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| 011       | <i>2. Прихватить сб. ед. поз. 3. Количество прихваток - 8 шт. T = 2 мин.</i>                   |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| 012       | <i>3. Установить на сб. ед. 1 два кронштейна поз. 4 согласно чертежу. T = 6,4 мин.</i>         |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| T13       | <i>4. Прихватить кронштейны поз. 4 к сб. ед. поз. 1. Количество прихваток 8 шт. T = 2 мин.</i> |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| T14       | <i>5. Приварить кронштейны поз. 3, 4 к сб. ед. поз. 5 и поз. 1. T = 15 мин.</i>                |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| T15       | <i>Тип соединения Длина, мм. Расход, кг. Проходов.</i>                                         |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| 16        | <i>№11 T1-□ 6 2512 0,612 2</i>                                                                 |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      |                       |  |  |  |  |
| КТП       | Карта технологического процесса                                                                |     |    |       |                            |                 |       |   |    |    |      |                              |    |      |    |    |      | 11                    |  |  |  |  |





| Деталь                 | Взам.                           | Подл. |                      |       |                                                                                         |                  |       |   |    |    |      |    | Тшт. | Нрассх. |      |              |  |
|------------------------|---------------------------------|-------|----------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|---|----|----|------|----|------|---------|------|--------------|--|
|                        |                                 |       |                      |       |                                                                                         |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      |              |  |
|                        |                                 |       |                      |       |                                                                                         |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      |              |  |
| Разработ.              | Сайлаханов К.С.                 |       |                      |       |                                                                                         |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      |              |  |
| Проб.                  | Ильященко Д.П.                  |       | ФЮРАКС-5371311000000 |       |                                                                                         |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      |              |  |
| Нормир.                |                                 |       |                      |       |                                                                                         |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      |              |  |
| Нач. БТК               |                                 |       |                      |       |                                                                                         |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      |              |  |
| Н. контр.              | Ильященко Д.П.                  |       |                      |       |                                                                                         |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      |              |  |
| <i>Рама поворотная</i> |                                 |       |                      |       |                                                                                         |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      |              |  |
| А                      | Цех                             | Уч.   | РМ                   | Опер. | Код. наименование операции                                                              | СМ               | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП   | Кшт.    | Тпз. | Тшт.         |  |
| Б                      |                                 |       |                      |       | Код. наименование оборудования                                                          |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      |              |  |
| К/М                    |                                 |       |                      |       | Наименование детали, сб. единицы или материала                                          | Обозначение, код |       |   |    |    |      |    |      |         |      |              |  |
| Обозначение документа  |                                 |       |                      |       |                                                                                         |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      |              |  |
| А01                    |                                 |       |                      |       |                                                                                         |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      |              |  |
| 002                    |                                 |       |                      |       | 26. Прихватить детали поз. 22 в процессе установки. Количество прихваток – 4 шт.        |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      | T = 1,7 мин. |  |
| 03                     |                                 |       |                      |       | 27. Установить деталь поз. 23 на сб. ед. поз. 5 согласно чертежу.                       |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      | T = 2,3 мин. |  |
| А04                    |                                 |       |                      |       | 28. Прихватить деталь поз. 23 в процессе установки. Количество прихваток – 2 шт.        |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      | T = 1,2 мин. |  |
| Б05                    |                                 |       |                      |       | 29. Установить деталь поз. 24 на сб. ед. поз. 5 согласно чертежу.                       |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      | T = 1,8 мин. |  |
| 06                     |                                 |       |                      |       | 30. Прихватить деталь поз. 24 в процессе установки. Количество прихваток – 2 шт.        |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      | T = 1 мин.   |  |
| 07                     |                                 |       |                      |       | 31. Установить деталь поз. 25 на сб. ед. поз. 5 согласно чертежу, выдержать угол в 50°. |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      | T = 3 мин.   |  |
| 08                     |                                 |       |                      |       | 32. Прихватить деталь поз. 25 в процессе установки. Количество прихваток – 2 шт.        |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      | T = 1 мин.   |  |
| 09                     |                                 |       |                      |       | 33. Установить деталь поз. 29 на сб. ед. поз. 5 согласно чертежу.                       |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      | T = 3 мин.   |  |
| 010                    |                                 |       |                      |       | 34. Прихватить деталь поз. 29 в процессе установки. Количество прихваток – 4 шт.        |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      | T = 1,4 мин. |  |
| 011                    |                                 |       |                      |       | 35. Установить две детали поз. 30 на сб. ед. поз. 5 согласно чертежу.                   |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      | T = 2,9 мин. |  |
| 012                    |                                 |       |                      |       | 36. Прихватить детали поз. 30 в процессе установки. Количество прихваток – 2 шт.        |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      | T = 1,1 мин. |  |
| Т13                    |                                 |       |                      |       | 37. Установить деталь поз. 31 на сб. ед. поз. 5 согласно чертежу.                       |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      | T = 2,6 мин. |  |
| Т14                    |                                 |       |                      |       | 38. Прихватить деталь поз. 31 в процессе установки. Количество прихваток – 4 шт.        |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      | T = 1,2 мин. |  |
| Т15                    |                                 |       |                      |       | 39. Установить три детали поз. 32 на сб. ед. поз. 5 согласно чертежу.                   |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      | T = 3,6 мин. |  |
| Т16                    |                                 |       |                      |       | 40. Прихватить деталь поз. 32 в процессе установки. Количество прихваток – 3 шт.        |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      | T = 1,6 мин. |  |
| КТП                    | Карта технологического процесса |       |                      |       |                                                                                         |                  |       |   |    |    |      |    |      |         |      | 14           |  |



| Дудл      |                                                                                                              |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------|-------|----------------------------|--------------------------------|----|-------|---|----|----|------|----|----|-----|----|----|----|------|------|---------|----|
| Взам      |                                                                                                              |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| Падл.     |                                                                                                              |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| Разраб.   | Сайлаханов К.С.                                                                                              |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| Проб.     | Ильященко Д.П.                                                                                               |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| Нормир.   |                                                                                                              |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| Нач. БТК  |                                                                                                              |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| Н. конпр. | Ильященко Д.П.                                                                                               |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| А         | Цех                                                                                                          | Уч.        | РМ                    | Опер. | Код, наименование операции | Код, наименование оборудования | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | ОПП | ЕВ | ЕН | КИ | Тшт. | Тшт. | Н.расх. |    |
| Б         | Наименование детали, сб. единицы или материала                                                               |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| К/М       |                                                                                                              |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| A01       | <i>Обо</i> Сварка <i>To = 108,55 мин.</i>                                                                    |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| 002       | <i>Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001038.00.000 СБ, Logh S8 SpeedPulse XT.</i>                    |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| 03        | <i>1. Установить одинадцать деталей поз. 21 на сб. ед. поз. 5 и поз.1 согласно чертежу. T = 26,4 мин.</i>    |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| A04       | <i>2. Прихватить детали поз. 21 в процессе установки. Количество прихваток – 11. T = 18 мин.</i>             |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| 505       | <i>3. Установить девять деталей поз. 27 на сб. ед. поз. 5 и поз.1 согласно чертежу. T = 18,3 мин.</i>        |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| 06        | <i>4. Прихватить детали поз. 27 в процессе установки. Количество прихваток – 7. T = 16 мин.</i>              |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| 07        | <i>5. Установить десять деталей поз. 35 на сб. ед. поз. 5 и поз.1 согласно чертежу. T = 16,7 мин.</i>        |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| 08        | <i>6. Прихватить детали поз. 35 в процессе установки. Количество прихваток – 20. T = 18 мин.</i>             |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| 09        | <i>7. Установить тридцать пять деталей поз. 39 на сб. ед. поз. 5 и поз.1 согласно чертежу. T = 30,9 мин.</i> |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| 010       | <i>8. Прихватить детали поз. 39 в процессе установки. Количество прихваток – 35. T = 5,8 мин.</i>            |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| 011       | <i>9. Приварить детали T = 46 мин.</i>                                                                       |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| 012       | Тип соединения                                                                                               | Длина, мм. | Расход, кг. Проходоб. |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| T13       | №11 T1-△ 6                                                                                                   | 2009,8     | 0,283 2               |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| T14       | №10 H1-△ 4                                                                                                   | 1188       | 0,074 1               |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| T15       | №1 нест.                                                                                                     | 260        | 0,017 1               |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| 16        | <i>10. Клеимит клеём сварщика поз. 5 и поз. 1.</i>                                                           |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         |    |
| КТП       | Карта технологического процесса                                                                              |            |                       |       |                            |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |     |    |    |    |      |      |         | 16 |











| Дубль     |                        |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
|-----------|------------------------|-----|----|-------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------|---|----|----|------|----|----|----|---------|------|------|------|--|---------------------------------|----|--|
| Взам      |                        |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| Подл      |                        |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| Разраб.   | <i>Сайдуханов К.С.</i> |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| Проб.     | <i>Ильященко Д.П.</i>  |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| Нормир.   |                        |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| Нач. БТК  |                        |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| Н. контр. | <i>Ильященко Д.П.</i>  |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| А         | Цех                    | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции                     | СМ                                                                         | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | ЕВ | ЕН      | Клп. | Тпз. | Тшт. |  |                                 |    |  |
| Б         |                        |     |    |       | Код, наименование оборудования                 | Обозначение документа                                                      |       |   |    |    | ОПП  | ЕВ | ЕН | КИ | Нрассх. |      |      |      |  |                                 |    |  |
| К/М       |                        |     |    |       | Наименование детали, сб. единицы или материала | Обозначение, код                                                           |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| A01       |                        |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| 002       |                        |     |    |       |                                                | <i>105 Контроль</i>                                                        |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| 03        |                        |     |    |       |                                                | <i>Плита сварочная.</i>                                                    |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| A04       |                        |     |    |       |                                                | <i>1. Проверить раму плаваратную соответствию КД и ТД.</i>                 |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| B05       |                        |     |    |       |                                                | <i>2. Kleймит клеём БТК на табличке поз. 5.</i>                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| 06        |                        |     |    |       |                                                | <i>3. Офармить технологический паспорт.</i>                                |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| 07        |                        |     |    |       |                                                | <i>4. Набор ВИК "Эксперт", люксметр ТКА-ПКМ, дефектоскоп А1212 Мастер.</i> |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| 08        |                        |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| 09        |                        |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| 010       |                        |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| 011       |                        |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| 012       |                        |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| T13       |                        |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| T14       |                        |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| T15       |                        |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| 16        |                        |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  |                                 |    |  |
| КТП       |                        |     |    |       |                                                |                                                                            |       |   |    |    |      |    |    |    |         |      |      |      |  | Карта технологического процесса | 22 |  |