



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

Институт Юргинский технологический  
Направление подготовки Машиностроение  
ООП Оборудование и технология сварочного производства

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА**

Тема работы

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ОБВЯЗКИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТРУБОПРОВОДА ВЯЗКИХ  
НЕФТЕПРОДУКТОВ 3 КАТЕГОРИИ**

УДК 621.791:692.4

Обучающийся

| Группа  | ФИО         | Подпись | Дата |
|---------|-------------|---------|------|
| 3-10А81 | Мазеин В.И. |         |      |

Руководитель ВКР

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Руководитель ООП  | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|---|----------------|---------------------------|---------|------|
| Оборудование и технология сварочного производства, доцент | Ильященко Д.П. | к.т.н., доцент            |         |      |

Юрга – 2023 г.

## Планируемые результаты обучения по ООП

| Код компетенции                         | Наименование компетенции  |
|---|---|
| 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 в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов  |
| УК(У)-9                                 | Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи   |
| УК(У) -10                               | Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности  |
| УК(У)-11                                | Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению  |
| <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>Код компетенции</b>              | <b>Наименование компетенции</b>   |
|-------------------------------------|---|
| <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  |
| ПК(У)-8                             | Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений   |
| ПК(У)-9                             | Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий   |
| ПК(У)-10                            | 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  |
| ПК(У)-11                            | Способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий  |
| ПК(У)-12                            | Способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств  |
| ПК(У)-13                            | Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование   |
| ПК(У)-14                            | Способностью 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 |
| ПК(У)-15                            | Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования   |
| ПК(У)-16                            | Умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ   |
| ПК(У)-17                            | Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения   |
| ПК(У)-18                            | Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий   |
| ПК(У)-19                            | Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции  |

Студент гр. 3-10А81

В.И. Мазеин

Руководитель ВКР к.т.н., доцент

Д.П. Ильященко



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

Институт Юргинский технологический  
Направление подготовки Машиностроение  
ООП Оборудование и технология сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

(Подпись)

(Дата)

Д.П. Ильященко  
(Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

| Группа  | ФИО                       |
|---------|---------------------------|
| 3-10А81 | Мазеину Виталию Ивановичу |

Тема работы:

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Разработка технологии сборки и сварки обвязки технологического трубопровода вязких нефтепродуктов 3 категории |                       |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)   | 31.01.2023г. №31-79/с |

|  |               |
|--|---------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 09.06.2023 г. |
|--|---------------|

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Исходные данные к работе</b><br/>(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.).</p>         | Материалы преддипломной практики   |
| <p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b><br/>(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).</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзор и анализ литературы.</li> <li>2. Объект и методы исследования.</li> <li>3. Разработка технологического процесса.</li> <li>4. Разработка сборочно-сварочных приспособлений.</li> <li>5. Проектирование участка сборки-сварки.</li> <li>6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</li> <li>7. Социальная ответственность.</li> </ol> |

|   |   |
|---|---|
| <p>Перечень графического материала<br/>(с точным указанием обязательных чертежей)</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ФРА.БПО200.140.00.000 СБ Битумопровод обогреваемый 1 лист (А1)</li> <li>2. ФЮРА.000001.140.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное (А1).</li> <li>3. ФЮРА.000002.140 ЛП План участка 1 лист (А1).</li> <li>4. ФЮРА.000003.140 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1).</li> <li>5. ФЮРА.000004.140 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1).</li> <li>6. ФЮРА.000005.140 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1).</li> <li>7. ФЮРА.000006.140 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия.</li> </ol> |
|---|---|

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

|   |               |
|---|---------------|
| <b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b> | 24.04.2023 г. |
|---|---------------|

**Задание выдал руководитель:**

| Должность  | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата          |
|------------|----------------|------------------------|---------|---------------|
| Доцент ЮТИ | Ильященко Д.П. | к.т.н., доцент         |         | 24.04.2023 г. |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа  | ФИО         | Подпись | Дата          |
|---------|-------------|---------|---------------|
| 3-10А81 | Мазеин В.И. |         | 24.04.2023 г. |

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

Школа Юргинский технологический институт  
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
Специализация «Оборудование и технология сварочного производства»  
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2022 – 2023 учебного года)

Форма представления работы:

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

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

|  |               |
|--|---------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 16.06.2023 г. |
|--|---------------|

| Дата контроля | Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)            | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|---|------------------------------------|
| 25.01.2023    | Обзор литературы  | 20                                 |
| 25.02.2023    | Объекты и методы исследования                                   | 20                                 |
| 25.03.2023    | Расчеты и аналитика   | 20                                 |
| 25.04.2023    | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 20                                 |
| 25.05.2023    | Социальная ответственность                                      | 20                                 |

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

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

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

| Оборудование и технология сварочного производства, доцент | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---|----------------|------------------------|---------|------|
| Доцент  | Ильященко Д.П. | к.т.н., доцент         |         |      |

**Обучающийся**

| Группа  | ФИО         | Подпись | Дата |
|---------|-------------|---------|------|
| 3-10А81 | Мазеин В.И. |         |      |

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

|         |                           |
|---------|---------------------------|
| Группа  | ФИО                       |
| 3-10А81 | Мазеину Виталию Ивановичу |

|                     |  |             |  |
|---------------------|--|-------------|--|
| Школа               | Юргинский<br>технологический<br>институт | Направление | 15.03.01 Машиностроение                              |
| Уровень образования | бакалавр                                 | ООП         | Оборудование и технология<br>сварочного производства |

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

|  |  |
|--|--|
| 1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР):<br>материально-технических<br>энергетических<br>человеческих | 6096,67 руб.<br>13,06 руб.<br>226,9 руб. |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов:<br>Металл<br>Проволока<br>Газ                                    | 97,252 кг<br>0,304 кг<br>200 л           |
| 3. Используемая система налогообложения<br>ставка налогов<br>ставка отчислений                               | общая<br>13%<br>30%                      |

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

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

**Перечень графического материала:**

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

|   |               |
|---|---------------|
| Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком | 24.04.2023 г. |
|---|---------------|

**Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

|           |                |                        |         |               |
|-----------|----------------|------------------------|---------|---------------|
| Должность | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата          |
| Доцент    | Ильященко Д.П. | к.т.н., доцент         |         | 24.04.2023 г. |

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

|         |             |         |      |
|---------|-------------|---------|------|
| Группа  | ФИО         | Подпись | Дата |
| 3-10А81 | Мазеин В.И. |         |      |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

|               |                           |
|---------------|---------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                |
| 3-10А81       | Мазеину Виталию Ивановичу |

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

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

|   |  |
|---|--|
| – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | Производится сборка и сварка битумопровода обогреваемого. Битумопровод обогреваемый изготавливается из деталей материалом которых является сталь 20. |
|---|--|

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

|   |  |
|---|--|
| <p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul> | <p>ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.</p> <p>ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.</p> <p>ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.</p> <p>Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.</p> <p>Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.</p> <p>Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.</p> |
|---|--|

|  |   |
|--|---|
| <p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>1.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</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> |
| <p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul> | <p>Вредные выбросы в атмосферу.</p>   |
| <p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>                   | <p>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.</p>   |
| <p><b>Перечень графического материала:</b></p>   |   |
| <p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>  | <p>Лист-плакат<br/>Система вентиляции участка</p>   |

|   |                      |
|---|----------------------|
| <p><b>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</b></p> | <p>24.04.2023 г.</p> |
|---|----------------------|

**Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:**

| Должность  | ФИО             | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|-----------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ЮТИ | Солодский С. А. | К.Т.Н.                 |         |      |

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

| Группа  | ФИО         | Подпись | Дата |
|---------|-------------|---------|------|
| 3-10А81 | Мазеин В.И. |         |      |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 132 с., 4 рис., 17 табл., 50 источников, 3 прил., 7 л. графического материала.

Ключевые слова: СВАРКА ПЛАВЛЕНИЕМ, ТЕХНОЛОГИЯ, ЮИТУМОПРОВОД, ТРУБА, ШОВ, СВАРИВАЕМОСТЬ, КОНТРОЛЬ, ПАРАМЕТРЫ СВАРКИ, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ.

Объектом разработки является изготовление битумопровода обогреваемого.

Цель работы является разработка технологии изготовления битумопровода обогреваемого.

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

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

Экономические показатели:

- капитальные вложения 168818 руб.;
- себестоимость продукции 3420770 руб/изд.×год.;
- количество приведенных затрат 3446092,70 руб/изд.×год.

## **ABSTRACT**

*Final qualifying work 132 p., 4 drawings, 17 tables, 49 sources, 50 sources, 3 applications, 7 p. graphic material.*

*Key words: Fusion WELDING, TECHNOLOGY, TUBE, PIPE, WELD, WELDABILITY, CONTROL, WELDING PARAMETERS, INDUSTRIAL SAFETY, COST.*

*The object of development is the manufacture of a heated bitumen pipeline.*

*The aim of the work is to develop a technology for the manufacture of a heated bitumen pipeline.*

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

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

*Economic indicators:*

- capital investments 168818 rubles;*
- cost of production 3420770 rubles / ed.×year;*
- the number of reduced costs 3446092,70 rubles / ed.×year.*

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| Обозначения, сокращения, нормативные ссылки           | 12 |
| Введение  | 14 |
| 1 Обзор и анализ литературы                           | 16 |
| 1.1 Технологические трубопроводы                      | 17 |
| 1.1.1 Общие понятия и определения                     | 17 |
| 1.1.2 Сварка элементов, узлов и деталей трубопроводов | 19 |
| 1.2 Заключение  | 22 |
| 2 Объект и методы исследования                        | 23 |
| 2.1 Описание сварной конструкции                      | 23 |
| 2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции        | 23 |
| 2.2.1 Требования к подготовке кромок                  | 24 |
| 2.2.2 Требования к сборке сварного соединения         | 25 |
| 2.2.3 Требования к сварке при прихватке               | 25 |
| 2.2.4 Подогрев стыков при прихватке и сварке          | 26 |
| 2.2.5 Требования к сварке                             | 27 |
| 2.2.6 Требования к контролю                           | 28 |
| 2.3 Методы и средства проектирования                  | 30 |
| 2.4 Постановка задачи                                 | 31 |
| 3 Разработка технологического процесса                | 32 |
| 3.1 Анализ исходных данных                            | 32 |
| 3.1.1 Основные материалы                              | 32 |
| 3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки              | 34 |
| 3.1.3 Выбор сварочных материалов                      | 35 |
| 3.2 Расчёт технологических режимов                    | 36 |
| 3.3 Выбор основного оборудования                      | 42 |
| 3.4 Выбор оснастки                                    | 44 |

|  |    |
|--|----|
| 3.5 Составление схем узловой и общей сборки                              | 45 |
| 3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование           | 46 |
| 3.6.1 Визуальный и измерительный контроль сварных соединений             | 47 |
| 3.6.2 Ультразвуковой контроль  | 48 |
| 3.6.3 Гидравлические испытания   | 55 |
| 3.7 Разработка технологической документации                              | 57 |
| 3.8 Техническое нормирование операций                                    | 59 |
| 3.9 Материальное нормирование  | 64 |
| 3.9.1 Расход металла   | 64 |
| 3.9.2 Расход сварочной проволоки   | 64 |
| 3.9.3 Расход защитного газа  | 66 |
| 3.9.4 Расход электроэнергии  | 67 |
| 4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений                           | 68 |
| 4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений                     | 68 |
| 4.2 Расчёт элементов приспособления                                      | 69 |
| 4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление           | 70 |
| 5 Проектирование участка сборки сварки                                   | 73 |
| 5.1 Состав сборочно-сварочного цеха                                      | 73 |
| 5.2 Расчёт основных элементов производства                               | 74 |
| 5.2.1 Определение необходимого числа оборудования                        | 74 |
| 5.2.2 Определение состава и численности рабочих                          | 75 |
| 5.3 Пространственное расположение производственного процесса             | 76 |
| 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение       | 78 |
| 6.1 Финансирование проекта и маркетинг                                   | 78 |
| 6.2 Экономический анализ техпроцесса                                     | 78 |
| 6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды               | 79 |
| 6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления | 80 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 6.2.1.2 | Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями | 81  |
| 6.2.2   | Расчет себестоимости единицы продукции   | 82  |
| 6.2.2.1 | Определение затрат на основные материалы   | 83  |
| 6.2.2.2 | Определение затрат на вспомогательные материалы  | 84  |
| 6.2.2.3 | Определение затрат на заработную плату   | 84  |
| 6.2.2.4 | Определение затрат на силовую электроэнергию   | 85  |
| 6.2.2.5 | Затраты на амортизацию и ремонт оборудования   | 86  |
| 6.2.2.6 | Затраты на амортизацию приспособлений  | 87  |
| 6.2.2.7 | Определение затрат на содержание помещения   | 88  |
| 6.3     | Расчет технико-экономической эффективности   | 89  |
| 6.4     | Основные технико-экономические показатели участка                                      | 90  |
| 7       | Социальная ответственность   | 92  |
| 7.1     | Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности                            | 93  |
| 7.1.1   | Законодательные и нормативные документы  | 94  |
| 7.2     | Производственная безопасность  | 96  |
| 7.2.1   | Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды                | 96  |
| 7.2.2   | Обеспечение требуемого освещения на участке  | 103 |
| 7.2.3   | Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды                   | 103 |
| 7.2.4   | Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов                                | 106 |
| 7.3     | Экологическая безопасность   | 107 |
| 7.4     | Безопасность в чрезвычайных ситуациях  | 108 |
|         | Заключение   | 110 |
|         | Библиография   | 111 |
|         | Приложение А (Спецификация Битумопровод обогреваемый)                                  | 116 |
|         | Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)                          | 117 |
|         | Приложение В (Технологический процесс)   | 118 |

| Графический материал   | На отдельных листах |
|--|---------------------|
| ФЮРА.БПО200.140.00.000 СБ Битумопровод обогреваемый            | Формат А1           |
| ФЮРА.000001.140.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное    |                     |
| Сборочный чертеж   | Формат А1           |
| ФЮРА.000002.140 ЛП План участка                                | Формат А1           |
| ФЮРА.000003.140 ЛП Карта организации труда на производственном |                     |
| участке.   | Формат А1           |
| ФЮРА.000004. 140 ЛП Система вентиляции участка                 | Формат А1           |
| ФЮРА.000005.140 ЛП Основные технико-экономические              | Формат А1           |
| показатели   |                     |
| ФЮРА.000006.140 ЛП Технологическая схема сборки и сварки       | Формат А1           |
| изделия  |                     |

## **Обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

НАКС – Национальное Агентство Контроля сварки;

ОТО – Опасные технические объекты;

НК – Нормативный контроль;

ВИК – Визуальный и измерительный контроль;

ПТД – Производственной технологической документации;

РВ 03-585-03 – «Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов»;

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

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

ГОСТ 32528-2013 – «Трубы стальные бесшовные горячедеформированные.»;

ГОСТ 1050-2013 – «Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия»;

ГОСТ 8731-74 – «Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические требования»;

ГОСТ 2246-70 – «Проволока стальная сварочная. Технические условия»;

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

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

ГОСТ 16037-80 Соединение сварных стальных трубопроводов;

ГОСТ Р ИСО 17637-2014 – «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением»

ГОСТ 8.051-81 – «Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм»;

ГОСТ 14782-86 – «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые»;

ГОСТ 7798-70 – Болты с шестигранной головкой класса точности В;

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

ГОСТ Р 2.610 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов».

## **Введение**

Трубопроводный транспорт горячего битума. При внутризаводском транспортировании битума применяются битумные коммуникации с наружным и внутренним паровым, жидкостным и электрическим обогревом.

На практике применяются битумопроводы с внешним иб внутренним паровым обогревом. Существуют два варианта: применяться прямоток (битум и теплоноситель двигаются в одном направлении) или противоток (битум и теплоноситель двигаются в разных направлениях). Лучше использовать к применению противоток, в связи с тем, что он дает возможность осуществить почти полную передачу тепла от теплоносителя к битуму и позволяет применять теплоносители с более низкой исходной температурой.

Не важно какой применяется способа обогрева, подвод тепла с внешней стороны битумопровода более целесообразен, так как в этом случае битум в трубопроводах обладает ламинарным «поршневым» течением. В связи с этим вязкость слоя битума, прилегающего к внутренней поверхности стенок битумопровода, в результате их нагрева, претерпевает значительное снижение, в результате чего стенки битумопровода оказывают незначительное сопротивление движению битума. Это позволяет снизить затраты энергии на перекачивание битума и уменьшить время на разогрев перед началом работы.

Все обогреваемые битумопроводы независимо от конструкции системы обогрева и расположения нагревательных элементов должны обладать теплоизоляцией, которая в свою очередь исключает значительные потери тепла и обеспечивает защиту обслуживающего персонала от ожогов при случайном взаимодействии с битумопроводом. Требования к теплоизолирующему материалу [1]:

- теплостойкость до температуры около 400° С;
- низкий коэффициент теплопроводности;
- небольшая объемная масса;
- достаточная механическая прочность;
- незначительная гигроскопичность.

При любом способе обогрева снаружи битумопроводы должны быть покрыты слоем листового материала для защиты от влаги (рубероид, теплостойкие синтетические пленки и т. п.).

При прокладке битумопровод должен иметь уклон около 20% в сторону направления потока битума.

Основная задача обогрева и теплоизоляции – сохранение постоянной температуры битума в процессе его перекачивания [1].

Битумопровод обогреваемый является важной частью при тронспартировке битума, в связи с этим разработка технологии его производства является актуальной задачей.

Целью работы является разработка технологии изготовления битумопровода обогреваемого.

Задачами выполнения работы являются: анализ конструкции, выбор сварочного оборудования, нормирование операций, выбор и расчёт основных элементов производства, рациональное размещение элементов производства в цехе.

Объектом разработки является изготовление битумопровода обогреваемого.

Предметом разработки является проектирование участка изготовления изделия.

## 1 Обзор и анализ литературы

Для нагрева битума до рабочей температуры, поддержания ее в расходных емкостях, обогрева битумо- и топливопроводов применяют специальные теплообменные устройства, которые можно классифицировать по видам теплоносителей: с паровым нагревом (дымовыми газами); с косвенным жидкостным нагревом («прямым огнем» нагревается промежуточный жидкий теплоноситель); с электрическим обогревом.

При прямом обогреве применяют жаровые трубы, нагреваемые горячими газами, которые образуются при сжигании жидкого или газообразного топлива, либо различные электронагреватели. При косвенном обогреве применяют промежуточный теплоноситель, в качестве которого обычно используют водяной пар и в незначительном количестве минеральные масла. Прямой разогрев вязущего наиболее прост с точки зрения переноса тепла, но не всегда экономичен и часто уступает косвенному.

Дымовые газы позволяют осуществлять теплопередачу при высоких температурах без их термического разложения. Однако, как теплоносители прямого обогрева они имеют ряд недостатков: высокая температура стенок теплопередающих устройств, вследствие чего изменяются качества битума; неравномерность обогрева; трудность регулирования температуры; относительно низкая интенсивность теплообмена и пожароопасность; сравнительно высокое содержание кислорода (вследствие необходимости смешивания их с воздухом для снижения температуры), что приводит к окислению теплоотдающей поверхности нагрева.

Водяной пар имеет высокий коэффициент теплоотдачи при конденсации (около нескольких тысяч ккал/(м<sup>2</sup>·ч·град)) и обеспечивает нагрев битума без коксования и изменения его качества. Кроме того, он

непожароопасен. Недостатком водяного пара как теплоносителя является необходимость применения систем высокого давления. Так, температуре газа 119°С соответствует манометрическое давление 1 кгс/см<sup>2</sup>, 169°С - 7 кгс/см<sup>2</sup>, 200°С - 15 кгс/см<sup>2</sup> и 300°С - 90 кгс/см<sup>2</sup>. Установки и системы с давлением пара 15 кгс/см<sup>2</sup> требуют больших капиталовложений и сложны в эксплуатации, поэтому на асфальтобетонных заводах используют преимущественно парообразователи с давлением пара около 7 кгс/см<sup>2</sup> и температурой 169°С [2].

## **1.1 Технологические трубопроводы**

### **1.1.1 Общие понятия и определения**

Трубопровод – это сооружение из труб, деталей трубопровода и арматуры, плотно соединенных между собой, предназначенное для транспортирования газообразных и жидких продуктов.

В состав технологических трубопроводов входят:

- прямые участки (линии);
- фасонные детали (отводы, переходы, тройники, заглушки);
- опоры и подвески;
- крепежные детали (болты, шпильки, гайки, шайбы);
- запорно-регулирующая арматура;
- контрольно-измерительные приборы и средства автоматики;
- тепловая и антикоррозионная изоляция.

В зависимости от транспортируемой среды применяются названия: водопровод, паропровод, воздухопровод, маслопровод, газопровод, нефтепровод, продуктопровод и т.д.

Для геометрической характеристики труб используют следующие размеры:

- условный внутренний диаметр (проход)  $D_y$ ;
- наружный диаметр  $D_n$ ;
- толщина стенки  $\sigma$ ;
- длина  $l$ .

Основной характеристикой любого трубопровода является диаметр, определяющий его проходное сечение. Величина проходного сечения определяет расход потока при его рабочих параметрах (давление, температура, скорость).

Условный диаметр  $D_y$  – это номинальный внутренний диаметр присоединяемого трубопровода (мм). Труба при одном и том же наружном диаметре может иметь различные номинальные внутренние диаметры.

В нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслях промышленности обычно применяют трубы с условным внутренним диаметром 25÷1400 мм, толщиной стенки 2÷16 мм и длиной 4÷12 м.

Для каждого наружного диаметра трубы в зависимости от давления перекачиваемой среды предусмотрено несколько толщин стенок.

Следовательно, труба при конкретном наружном диаметре может иметь различные внутренние диаметры. Внутренний диаметр определяет сечение трубопровода, необходимое для прохождения заданного количества вещества при рабочих параметрах эксплуатации (давлении, температуре, скорости) [3].

Трубопроводы должны быть надежны в эксплуатации, так как неисправность в какой-либо части трубопровода может привести к аварии и полной остановке производства или всего промышленного объекта, а также к загрязнению окружающей среды.

В зависимости от размещения на промышленном объекте технологические трубопроводы подразделяют на внутрицеховые,

соединяющие агрегаты, машины и аппараты технологических установок цеха, и межцеховые, соединяющие технологические установки разных цехов.

Внутрицеховые трубопроводы называют обязательными, если они устанавливаются непосредственно в пределах отдельных аппаратах, насосов, компрессоров, резервуаров и др. и соединяют их.

Внутрицеховые трубопроводы имеют сложную конфигурацию, большое число деталей, арматуры и сварных соединений. На каждые 100 м длины таких трубопроводов приходится до 80÷120 сварных стыков. Масса деталей и арматуры в таких трубопроводах достигает 37% от общей массы трубопровода.

В зависимости от класса опасности транспортируемого вещества технологические трубопроводы делятся на три группы А, Б и В. К группе А относятся трубопроводы для транспорта чрезвычайно и высокоопасных веществ I и II классов опасности (бензол, дихлорэтан, метилхлорид и др.).

К группе Б относятся трубопроводы для транспорта умеренно опасных веществ III класса опасности (жидкий аммиак, винилацетат, ксилол, метанол, фурфурол и др.). К группе В отнесены трубопроводы, предназначенные для перекачивания взрыво- и пожароопасных веществ (горючие сжиженные газы, легковоспламеняющиеся жидкости, горючие жидкости) [3].

### **1.1.2 Сварка элементов, узлов и деталей трубопроводов**

При изготовлении и монтаже технологических трубопроводов сварка производится всеми возможными промышленными способами, обеспечивающими требуемое качество сварных соединений. При этом должны быть максимально использованы автоматические и полуавтоматические способы сварки. Способ и режимы сварки, сварочные материалы, порядок контроля, режимы и способы термической обработки

сварных стыков (в случае необходимости ее применения) устанавливаются соответствующими производственными инструкциями или указываются в рабочих чертежах трубопроводов.

Сварочные работы должны производиться под руководством инженерно-технических работников, имеющих специальное техническое образование и достаточный практический опыт. К производству работ по сборке на прихватках и сварке стыков трубопроводов *I*, *II*, *III* и *IV* категории допускаются сварщики, выдержавшие теоретические и практические испытания в соответствии с «Правилами аттестации сварщиков» и имеющие удостоверение на право производства сварочных работ. К прихватке и сварке стыков трубопроводов *V* категории допускаются сварщики без сдачи испытаний по правилам *I* росгортехнадзора, но успешно завершившие пробные стыки.

Сварщики (по любому виду сварки), впервые приступающие к сварке трубопроводов или имевшие перерыв в своей работе более 2 мес, а также при применении новых сварочных материалов или оборудования независимо от наличия удостоверения, должны заварить пробные стыки в условиях, тождественных тем, в которых производится сварка трубопроводов.

Сварка трубопроводов *I* и *II* категорий и прочих должна регистрироваться в журнале сварочных работ.

Для обеспечения требуемого качества сварных соединений все сварочные материалы, применяемые при сварке трубопроводов (электроды, проволока, флюс, газы), должны иметь сертификат завода-изготовителя с указанием марки и химического состава. Для электродов должны быть также указаны механические свойства и химический состав наплавленного металла.

Сварочные материалы для сварки стыков трубопроводов выбирают в зависимости от марки свариваемой стали.

В организациях, выполняющих сварку технологических трубопроводов, на каждого сварщика заводят формуляр, в который заносят

результаты испытаний им пробных стыков и результаты приемки стыков, сваренных на монтаже.

Каждый сварщик должен иметь личный номер клейма. Сварщик выбивает свое клеймо на всех сваренных им стыках на расстоянии 30...50 мм от шва. Глубина клеймения должна быть не более 0,5 мм. Не разрешается наплавка клейма электродом.

При ручной дуговой сварке прихватка и сварка двух первых слоев (в зависимости от толщины металла) должны производиться электродами диаметром не более 3 мм. Последующие слои могут быть сварены электродами диаметром 3 или 4 мм. Сварка должна производиться преимущественно на постоянном токе обратной полярности (труба – катод, электрод – анод). Для трубопроводов IV и V категорий разрешается производить сварку на переменном токе.

Ручная дуговая сварка в защитном газе (аргоне) должна производиться неплавящимся (вольфрамовым) электродом на постоянном токе прямой полярности. Полуавтоматическая и автоматическая сварка должна производиться в среде углекислого газа на постоянном токе обратной полярности. При сварке трубопроводов из легированных сталей, работающих в агрессивных средах и требующих повышенной чистоты и коррозионной стойкости, защиту корня шва от окисления и формирование обратного валика осуществляют поддувом защитного газа с обратной стороны шва. С целью экономии защитного газа на отдельных участках трубопроводов в зоне стыка ставят заглушки. При сварке трубопроводов из аустенитных коррозионно-стойких сталей вместо поддува аргоном часто применяют флюс – пасту ФП8-2.

Автоматическая и полуавтоматическая сварка под слоем флюса применяется для сварки труб с внутренним диаметром не менее 150 мм на переменном или постоянном токе. Автоматическая сварка под флюсом должна производиться не менее чем в два слоя.

При сварке трубопроводов применяют также комбинированные способы, а именно: первый слой выполняют ручной дуговой сваркой плавящимся или неплавящимся электродом, а последующие слои – полуавтоматической или автоматической сваркой под флюсом или в защитных газах.

Применение газовой сварки допускается только для трубопроводов на  $P_y < 10$  МПа из углеродистых сталей условным диаметром до 80 мм с толщиной стенки не более 3,5 мм.

Газовая сварка должна производиться в один слой и только ацетиленокислородным пламенем. Применение газов-заменителей (пропана и др.) для сварки не допускается.

Элементы трубопроводов сваривают полуавтоматической и автоматической сваркой на манипуляторах и вращателях, сварочных постах и установках [4].

## **1.2 Заключение**

Рассматриваемый битумопровод состоит из труб различных диаметров, колец и двух видов фланцев. Он относится к классу В по опасности транспортируемого вещества. Для изготовления рекомендуются использовать механизированный способ сварки. Сварка должна выполняться сварщиками соответствующей квалификации. При выполнении сварки рекомендуется применять манипуляторы и вращатели.

Для сварки битумопровода выбирается механизированная сварка с применением вращателей.

## **2 Объект и методы исследования**

### **2.1 Описание сварной конструкции**

Битумопровод обогреваемый дает возможность загружать любую емкость жидким вязущим материалом из посторонней емкости, перекачивать его из одной емкости в другую, осуществлять циркуляцию во всех емкостях, а также выдавать готовый битум из любой емкости.

Битумопровод обогреваемый оборудован обогреваемой (масляный, паровой) рубашкой, которая предотвращает остывание передаваемой жидкости.

Битумопровод обогреваемый представляет собой конструкцию, основными элементами которой являются трубы, кольца и фланцы.

Конструкция изделия представлена на ФЮРА.БПО200.140.00.000 СБ. Спецификация битумопровода обогреваемого приведена в приложении А. Габаритные размеры изделия: 2000x215x430 мм.

Масса, кг: 74,81 кг.

### **2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции**

В связи с тем, что *битумопровод* в соответствии со списком групп технических устройств опасных производственных объектов, ремонт которых осуществляется аттестованными сварщиками с применением аттестованных сварочных материалов, сварочного оборудования и технологий сварки относится к группе технических устройств регламентированных Ростехнадзором, подведомственным НАКС [5] Оборудование химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих и взрывопожароопасных производств. (ОХНВП). Оборудование химических,

нефтехимических, нефтеперерабатывающих производств, работающее под давлением до 16 МПа (Утвержден решением НТС НАКС протокол №17 от 20.03.2007 г) выполнение работ должно выполняться согласно РВ 03-585-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов».

Сварка сборочных единиц должна производиться в соответствии с требованиями технических условий на изготовление трубопроводов, утвержденных инструкций или технологической документации, содержащих указания по технологии сварки трубопроводов, применению присадочных материалов, видам и объему контроля, а также предварительному и сопутствующему подогреву и термической обработке.

Изготовление сборочных единиц может производиться предприятиями, которые располагают техническими возможностями и специалистами, обеспечивающими качество изготовления сборочных единиц в полном соответствии с требованиями настоящих Правил, стандартов или технических условий.

При изготовлении, монтаже, ремонте следует осуществлять входной контроль труб, поковок, деталей сварных соединений и сварочных материалов на соответствие их требованиям настоящих Правил, стандартов, технических условий и технической документации [6].

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

Типы, конструктивные элементы подготовленных кромок и сварных швов должны соответствовать нормативно-технической документации.

Резка труб и подготовка кромок под сварку производится механическим способом.

Допускается применение газовой резки для труб из углеродистых, низколегированных и теплоустойчивых сталей, а также воздушно-дуговой и плазменной резки для труб из всех марок сталей. При огневой резке труб должен быть предусмотрен припуск на механическую обработку, величина которого определяется нормативно-технической документацией.

Отклонение от перпендикулярности обработанного под сварку торца трубы относительно образующей не должно быть более 0,5 мм - для  $D_y$  до 65 мм.

Подготовленные под сварку кромки труб и других элементов, а также прилегающие к ним участки по внутренней и наружной поверхностям шириной не менее 20 мм должны быть очищены от ржавчины и загрязнений до металлического блеска и обезжирены [6].

### **2.2.2 Требования к сборке сварного соединения**

При сборке стыка необходимо предусмотреть возможность свободной усадки металла шва в процессе сварки. Не допускается выполнять сборку стыка с натягом [6].

### **2.2.3 Требования к сварке при прихватке**

Способ сварки и сварочные материалы при выполнении прихваток должны соответствовать способу и сварочным материалам при сварке корня шва.

Прихватки необходимо выполнять с полным проваром и полностью переплавлять их при сварке корневого шва.

К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к основному сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, обнаруженные внешним осмотром, должны быть удалены механическим способом.

Прихватки должны быть равномерно расположены по периметру стыка. Их количество, длина и высота зависят от диаметра и толщины трубы, а также способа сварки в документации [6].

Прихватки для труб диаметром до 50 мм делаются 1-2 шт., длиной 5-20мм, для труб диаметрами от 100 до 426 мм делаются 3-4, длиной 30-40 мм.

#### **2.2.4 Подогрев стыков при прихватке и сварке**

Необходимость выполнения термической обработки сварных соединений и ее режимы (скорость нагрева, температура при выдержке, продолжительность выдержки, скорость охлаждения, охлаждающая среда и др.) указываются в документации.

К проведению работ по термической обработке сварных соединений допускаются термисты-операторы, прошедшие специальную подготовку и аттестованные в соответствующем порядке.

Для термической обработки сварных соединений следует применять как общий печной нагрев, так и местный по кольцу любым методом, обеспечивающим одновременный и равномерный нагрев сварного шва и примыкающих к нему с обеих сторон участков основного металла по всему периметру. Минимальная ширина участка, нагреваемого до требуемой температуры, не должна быть менее двойной толщины стенки в каждую сторону от края шва, но не менее 50 мм.

Участки трубопровода, расположенные возле нагреваемого при термообработке кольца, покрываются теплоизоляцией для обеспечения плавного изменения температуры по длине.

При проведении термической обработки должны соблюдаться условия, обеспечивающие возможность свободного теплового расширения и отсутствие пластических деформаций.

Термообработку сварных соединений следует производить без перерывов. При вынужденных перерывах в процессе термообработки (отключение электроэнергии, выход из строя нагревателя) следует обеспечить медленное охлаждение сварного соединения до 300°C.

При повторном нагреве время пребывания сварного соединения при температуре выдержки суммируется с временем выдержки первоначального нагрева.

Термообработку одного и того же сварного соединения допускается производить не более трех раз [6].

### **2.2.5 Требования к сварке**

При изготовлении, монтаже и ремонте трубопроводов и их элементов допускаются к применению все промышленные методы сварки, допущенные в установленном порядке и обеспечивающие необходимую эксплуатационную надежность сварных соединений.

Сварка трубопроводов и их элементов производится в соответствии с нормативно-технической документацией.

К производству сварочных работ, включая прихватку и приварку временных креплений, следует допускать сварщиков, аттестованных в установленном порядке.

Для сварки трубопроводов и их элементов следует применять следующие сварочные материалы: электроды покрытые металлические по стандартам или техническим условиям на изготовление и поставку конкретной марки электродов.

Сварочные материалы должны иметь сертификаты и удовлетворять требованиям государственных стандартов или технических условий [6].

### **2.2.6 Требования к контролю**

Контроль качества сварных соединений стальных трубопроводов включает [6]:

- а) пооперационный контроль;
- б) внешний осмотр и измерения;
- в) ультразвуковой или радиографический контроль;
- г) капиллярный или магнитопорошковый контроль;
- д) определение содержания ферритной фазы;
- е) стилоскопирование;
- ж) измерение твердости;
- з) механические испытания;
- и) контроль другими методами (металлографические исследования, испытание на стойкость против межкристаллитной коррозии и др.), предусмотренными проектом;
- к) гидравлические или пневматические испытания.

Окончательный контроль качества сварных соединений, подвергающихся термообработке, должен проводиться после проведения термообработки.

Конструкция и расположение сварных соединений должны обеспечивать проведение контроля качества сварных соединений, предусмотренными документацией методами.

Пооперационный контроль предусматривает [6]:

а) проверку качества и соответствия труб и сварочных материалов требованиям стандартов и технических условий на изготовление и поставку;

б) проверку качества подготовки концов труб и деталей трубопроводов под сварку и качества сборки стыков (угол скоса кромок, совпадение кромок, зазор в стыке перед сваркой, правильность центровки труб, расположение и число прихваток, отсутствие трещин в прихватках);

в) проверку температуры предварительного подогрева;

г) проверку качества и технологии сварки (режима сварки, порядка наложения швов, качества послойной зачистки шлака);

д) проверку режимов термообработки сварных соединений.

Внешнему осмотру и измерениям подлежат все сварные соединения после их очистки от шлака, окалины, брызг металла и загрязнений на ширине не менее 20 мм по обе стороны от шва.

Неразрушающему контролю подвергают наихудшие по результатам внешнего осмотра сварные швы по всему периметру трубы.

Контроль сварных соединений радиографическим или ультразвуковым методом следует производить после устранения дефектов, выявленных внешним осмотром и измерениями, а для трубопроводов, рассчитанных на  $P_u$ , свыше 10 МПа ( $100 \text{ кгс/см}^2$ ), и для трубопроводов I категории, работающих при температуре ниже  $-70^\circ\text{C}$ , после контроля на выявление выходящих на поверхность дефектов магнитопорошковым или капиллярным методом.

Метод контроля (ультразвуковой, радиографический или оба метода в сочетании) выбирают исходя из возможности обеспечения более полного и точного выявления недопустимых дефектов с учетом особенностей

физических свойств металла, а также освоенности данного метода контроля для конкретного объекта и вида сварных соединений [6].

### 2.3 Методы и средства проектирования

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

Расчетным методом рассчитываются технологические режимы, элементы распорок, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция, экономическая часть. Расчеты производятся в программа *MathCad* 14. Данная программа выпускается компанией *PTC* [7].

Для создания чертежей в электронном виде существуют программы различных разработчиков. К ним относятся следующие программы: *SprutCAM* компании СПРУТ-технология [8], *AutoCAD* от компании *Autodesk* [9] и *SOLIDWORKS* компании *SolidWorks Corporation* [10]. Для построения чертежей выбираем программу *Компас-3D V17* компании *АСКОН* [11], так как эта программа давно известна на российском рынка, удобна в использовании и имеет в наличии все необходимые по ГОСТу таблицы для оформления чертежей.

## **2.4 Постановка задачи**

Цель работы является разработка технологии изготовления битумопровода обогреваемого.

Задачами выполнения работы являются: анализ конструкции, выбор сварочного оборудования, нормирование операций, выбор и расчёт основных элементов производства, рациональное размещение элементов производства в цехе.

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

### 3 Разработка технологического процесса

#### 3.1 Анализ исходных данных

##### 3.1.1 Основные материалы

Битумопровод обогреваемый – это цельносварная конструкция, состоящая из элементов трубного проката (ГОСТ 32528-2013) металла, обработанного токарным и сверлильным способом, она изготовлена из стали В 20.

Химический состав и механические свойства стали 20 приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 20, % (ГОСТ 1050-2013) [12]

| <i>C</i>  | <i>Si</i> | <i>Mn</i> | <i>S</i> | <i>P</i> | <i>Cr</i> | <i>Ni</i> | <i>As</i> | <i>N</i> | <i>Cu</i> |
|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
|           |           |           | Не более |          |           |           |           |          |           |
| 0,18-0,24 | 0,17-0,37 | 0,35-0,65 | 0,040    | 0,035    | 0,25      | 0,30      | 0,08      | 0,008    | 0,30      |

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 20 (32528-2013) [13]

| $\sigma_T$ , МПа | $\sigma_B$ , МПа | $\delta_5$ , % | Твердость по Бринеллю (при толщине стенки более 10 мм) |                             |
|------------------|------------------|----------------|--|-----------------------------|
|                  |                  |                | Диаметр отпечатка, мм, не менее                        | Число твердости Н, не более |
| 245              | 412              | 21             | 4,8  | 156                         |

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия

на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [14].

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [15]:

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

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

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [15]:

$$C_{\text{экв}} = C + 2 \times S + (P/3) + ((Si - 0,4)/4) + (Ni/8) + ((Mn - 0,8)/8) + (Cu/10) + (Cr - 0,8/10), \quad (3.1)$$

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

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

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 20:

$$C_{\text{экв}} = 0,17 + 2 \times 0,04 + (0,035/3) + ((0,17 - 0,4)/4) + (0,3/8) + ((0,35 - 0,8)/8) + (0,3/10) +$$

$$+(0,25-0,8/10)= 0,16\%.$$

Сталь 20 – конструкционная углеродистая качественная по ГОСТ 1050-2013 [12]. Эта сталь относится к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [16]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния.

### **3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки**

В связи с тем, что изготовление битумопровода обогреваемого относится к ОТО по классификации НАКС: ОХНВП – Оборудование химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих и взрывопожароопасных производств: «Оборудование химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих производств, работающее под давлением до 16 МПа» то вид сварки нужно выбирать согласно нормативному документу: РВ 03-585-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов».

При изготовлении, монтаже и ремонте трубопроводов и их элементов допускаются к применению все промышленные методы сварки, допущенные в установленном порядке и обеспечивающие необходимую эксплуатационную надежность сварных соединений [6].

Для сварочных работ с трубопроводным оборудованием допустимы следующие способы сварки: ручная аргонодуговая сварка плавящимся электродом, ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом, автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом

неповоротных стыков труб, газовая (ацетилено-кислородная) сварка, механизированная сварка в углекислом газе плавящимся электродом, автоматическая сварка под флюсом [5]. Для стали 20 рекомендуются следующие способы сварки: ручная дуговая сварка, плавящимся электродом в защитном газе; автоматическая дуговая сварка под флюсом [16]. Выбираем сварку плавящимся электродом в среде защитных газов  $Ar$  и  $CO_2$  ( $Ar - 80\%$ ,  $CO_2 - 20\%$ )  $ISO 14175 - M21$  как наиболее экономичный вид сварки.

### 3.1.3 Выбор сварочных материалов

При выборе сварочной проволоки следует учитывать химический состав свариваемых сталей, химический состав проволоки должен быть близким к химическому составу стали. Для сварки в среде защитных газов выберем сварочную проволоку Св-08Г2С ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [17]

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

Таблица 3.4 – Механические свойства наплавляемого металла шва [18]

| Марка проволоки | $\sigma_B$ , МПа | $\delta$ , % | $KV$ , Дж          | $KCU$ , Дж/см <sup>2</sup> |                    |
|-----------------|------------------|--------------|--------------------|----------------------------|--------------------|
|                 |                  |              | -20 <sup>0</sup> С | -40 <sup>0</sup> С         | -60 <sup>0</sup> С |
| Св-08Г2С        | 510              | 22           | 47                 |                            | 43                 |

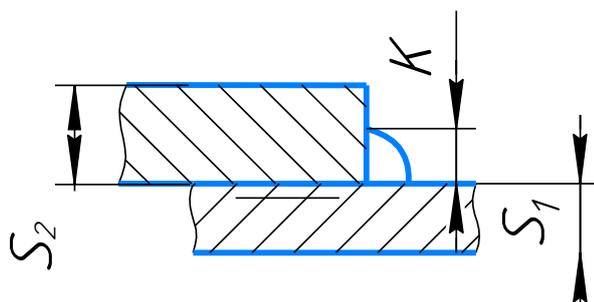
Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь *ISO 14175-M21* двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010).

### 3.2 Расчёт технологических режимов

К параметрам сварки в смеси газов плавящимся электродом относятся [14]:

- 1) Диаметр электродной проволоки  $d_{эн}$ ;
- 2) Сварочный ток  $I_c$ ;
- 3) Напряжение сварки  $U_c$ ;
- 4) Расход защитного газа  $g_{зг}$ ;
- 5) Скорость сварки  $V_c$ ;
- 6) Скорость подачи электродной проволоки  $V_{эн}$ ;
- 7) Вылет электродной проволоки  $l_в$ ;
- 8) Общее количество проходов  $n_{но}$ .

Рассчитаем нахлесточное соединение Н1-  $\triangle 6$  которое показано на рисунке 3.1:



$S$  – толщина,  $K$  – катет

Рисунок 3.1 – Нахлесточное соединение Н1-  $\triangle 6$  ГОСТ 16037-80

Определяем расчётную глубину проплавления по формуле [14]:

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \times K, \quad (3.2)$$

где  $K$  – катет шва.

Принимаем  $h_p = 0,7 \times K$ , тогда:

$$h_p = 0,7 \times 6 = 4,2 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки  $d_{эп}$  определяем по формуле [14]:

$$d_{эп} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05 \times h_p, \quad (3.3)$$

$$d_{эп} = \sqrt[4]{4,2} \pm 0,05 \times 4,2 = 1,2 \dots 1,624 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки принимаем  $d_{эп} = 1,2$  мм.

Скорость сварки определяем по формуле [14]:

$$V_C = 1060 \times \frac{h_p^{1,61}}{e^{3,36}}, \quad (3.4)$$

где  $K_v$  – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки,  
 $K_v = 1060$ ;

$e$  – ширина сварного шва, мм.

$$e = \sqrt{2} \times K, \quad (3.5)$$

$$e = \sqrt{2} \times 6 = 9,9 \text{ мм.}$$

Подставляем значения в формулу (3.4) и получим:

$$V_C = 1060 \times \frac{4,2^{1,61}}{9,9^{3,36}} = 4,8 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 17,3 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

Силу сварочного тока определяем по формуле [14]:

$$I_c = K_i \times \frac{h_p^{1,32}}{e^{1,07}}, \quad (3.6)$$

где  $K_i$  – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки,  $K_i=430$ .

$$I_c = 430 \times \frac{4,2^{1,32}}{9,9^{1,07}} = 245 \text{ А.}$$

При расчете режимов для смеси газов  $Ar + CO_2$  необходимо вводить поправочный коэффициент  $k_{см}$ ,  $k_{см} = 1,1 \dots 1,15$ .

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_c = 245 \times (1,1 \dots 1,12) = 269 \dots 282 \text{ А.}$$

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [14]:

$$U_c = 14 + 0,05 \times I_c, \quad (3.7)$$

$$U_c = 14 + 0,05 \times (269 \dots 282) = 27,4 \dots 28,1 \text{ В.}$$

Скорость подачи электродной проволоки  $V_{ЭП}$  определяется по формуле:

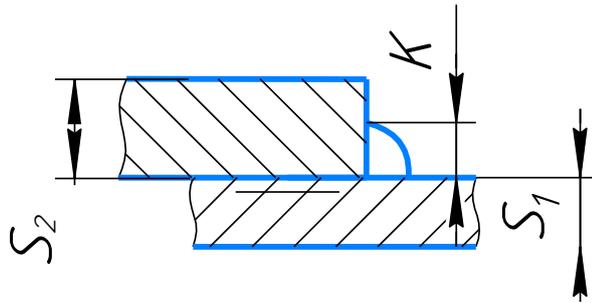
$$\begin{aligned} V_{ЭП}^{(+)} &= 0,53 \times \frac{I_c}{d_{ЭП}^2} + 6,94 \times \frac{I_c^2}{d_{ЭП}^3} = 0,53 \times \frac{269 \dots 282}{1,2^2} + 6,94 \times 10^{-4} \times \frac{269 \dots 282^2}{1,2^3} = \\ &= 128 \dots 136 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 461 \dots 489 \frac{\text{м}}{\text{ч}}. \end{aligned} \quad (3.8)$$

Расход защитного газа  $Ar + CO_2$  для соответствующих проходов [14]:

$$q_{зг} = 3,3 \times 10^{-3} \times I_C^{0,75}, \quad (3.9)$$

$$q_{зг} = 3,3 \times 10^{-3} \times (269 \dots 282)^{0,75} = 0,219 \dots 0,227 \frac{\text{Л}}{\text{с}} = 13,2 \dots 13,6 \frac{\text{Л}}{\text{мин}}.$$

Рассчитаем нахлесточное соединение Н1- Δ 5 которое показано на рисунке 3.2:



$S$  – толщина,  $K$  – катет

Рисунок 3.2 – Нахлесточное соединение Н1- Δ5 ГОСТ 16037-80

Определяем расчётную глубину проплавления по формуле [14]:

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \times K, \quad (3.2)$$

где  $K$  – катет шва.

Принимаем  $h_p = 0,7 \times K$ , тогда:

$$h_p = 0,7 \times 5 = 3,5 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки  $d_{эп}$  определяем по формуле [14]:

$$d_{эп} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05 \times h_p, \quad (3.3)$$

$$d_{эп} = \sqrt[4]{3,5} \pm 0,05 \times 3,5 = 1,19 \dots 1,54 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки принимаем  $d_{\text{эп}} = 1,2$  мм.

Скорость сварки определяем по формуле [14]:

$$V_C = 1060 \times \frac{h_p^{1,61}}{e^{3,36}}, \quad (3.4)$$

где  $K_v$  – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки,  
 $K_v = 1060$ ;

$e$  – ширина сварного шва, мм.

$$e = \sqrt{2} \times K, \quad (3.5)$$

$$e = \sqrt{2} \times 5 = 8,5 \text{ мм.}$$

Подставляем значения в формулу (3.4) и получим:

$$V_C = 1060 \times \frac{3,5^{1,61}}{8,5^{3,36}} = 6 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 21,7 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

Силу сварочного тока определяем по формуле [14]:

$$I_c = K_i \times \frac{h_p^{1,32}}{e^{1,07}}, \quad (3.6)$$

где  $K_i$  – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки,  
 $K_i = 430$ .

$$I_c = 430 \times \frac{3,5^{1,32}}{8,5^{1,07}} = 228 \text{ А.}$$

При расчете режимов для смеси газов  $Ar + CO_2$  необходимо вводить поправочный коэффициент  $k_{\text{см}}$ ,  $k_{\text{см}} = 1,1 \dots 1,15$ .

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_c = 276 \times (1,1 \dots 1,12) = 251 \dots 262 \text{ А.}$$

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [14]:

$$U_c = 14 + 0,05 \times I_c, \quad (3.7)$$

$$U_c = 14 + 0,05 \times (251 \dots 262) = 26,5 \dots 27,1 \text{ В.}$$

Скорость подачи электродной проволоки  $V_{\text{ЭП}}$  определяется по формуле:

$$\begin{aligned} V_{\text{ЭП}}^{(+)} &= 0,53 \times \frac{I_c}{d_{\text{ЭП}}^2} + 6,94 \times \frac{I_c^2}{d_{\text{ЭП}}^3} = 0,53 \times \frac{251 \dots 262}{1,2^2} + 6,94 \times 10^{-4} \times \frac{251 \dots 262^2}{1,2^3} = \\ &= 118 \dots 124 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 424 \dots 446 \frac{\text{м}}{\text{ч}}. \end{aligned} \quad (3.8)$$

Расход защитного газа  $Ar + CO_2$  для соответствующих проходов [14]:

$$q_{\text{зг}} = 3,3 \times 10^{-3} \times I_c^{0,75}, \quad (3.9)$$

$$q_{\text{зг}} = 3,3 \times 10^{-3} \times (251 \dots 262)^{0,75} = 0,208 \dots 0,215 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 12,5 \dots 12,9 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Аналогично рассчитаем остальные швы и полученные результаты занесем их в таблицы 3.5.

Таблица 3.5 – Режимы сварки в  $Ar + CO_2$

| Тип шва            | $d_{\text{ЭП}}$ , мм | $V_c$ , м/ч | $I_c$ , А | $U_c$ , В | $l_B$ , мм | $V_{\text{ЭП}}$ мм/с | $n_{\text{пр}}$ |
|--------------------|----------------------|-------------|-----------|-----------|------------|----------------------|-----------------|
| H1- $\triangle$ 6  | 1,2                  | 17...18     | 270...280 | 27...28   | 10-14      | 128...136            | 1               |
| H1- $\triangle$ 5  | 1,2                  | 21...22     | 250...260 | 26...27   | 10-14      | 118...124            | 1               |
| У17- $\triangle$ 6 | 1,2                  | 17...18     | 270...280 | 27...28   | 10-14      | 128...136            | 1               |

### 3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источник сварочного тока и подающий механизм для механизированной сварки. Для сварки в среде защитного газа *ISO 14175-M21* плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки  $I_c = 250-280$  А, напряжение сварки  $U = 26-28$  В. Согласно требуемым условиям, выбираем инверторный сварочный полуавтомат *AuroraPRO SKYWAY 300 (MIG/MAG+MMA)* [19].

*SKYWAY 300* – 3-х фазный инвертор для полуавтоматической сварки стальной проволокой в среде инертного/активного защитного газа *MIG-MAG*, а также для ручной дуговой сварки штучным электродом *MMA*. Аппарат выполнен в едином корпусе со встроенным подающим механизмом, рассчитанным для использования катушек *D300* (до 20кг). Тележка с подставкой под баллон, отсек для хранения сварочных принадлежностей и инструмента, высокая компоновка аппарата - все эти моменты существенно облегчают работу сварщика. *SKYWAY* – это передовая технология инверторного блока *IGBT*, отличные сварочные характеристики и превосходная эргономика управления. Основная сфера применения аппаратов этой серии – это профессиональный легковой и грузовой автосервис с большим объемом работ.

Особенности [19]:

- универсальное использование в режиме полуавтомата *MIG-MAG* и в режиме инвертора *MMA*;
- регулировка индуктивности для настройки желаемой жесткости дуги, глубины провара и формы валика;
- высокая стабильность горения дуги, пониженное образования брызг;
- возможность качественной сварки алюминия;

- регулировка сварочного напряжения;
- регулировка сварочного тока;
- стабильная продолжительная работа на максимальных токах;
- мощный 4-х роликовый подающий механизм;
- два цифровых дисплея для отображения настроек и контроля сварочного процесса;
- возможность выбора 2х и 4х-тактного режима работы горелки;
- розетка 36 В на задней панели для подключения подогрева газа;
- набор сварочных аксессуаров для сварки *MIG/MAG* и *MMA*;
- функция *VRD* в режиме ручной дуговой сварки *MMA* для безопасности мастера;
- силовой блок на базе инверторной технологии *IGBT* нового поколения;
- современный дизайн и удобный интерфейс;
- отсеки для хранения;
- низкая платформа для загрузки баллона;
- большие колёса и ручки для удобного перемещения аппарата.

Технические характеристики инверторного сварочного полуавтомата *AuroraPRO SKYWAY 300 (MIG/MAG+MMA)* приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Технические характеристики инверторного сварочного полуавтомата *AuroraPRO SKYWAY 300 (MIG/MAG+MMA)* [19]

| Параметр                  | Значение | Ед. изм. |
|---------------------------|----------|----------|
| Напряжение питающей сети  | 380      | В        |
| Потребляемая мощность     | 12,5     | кВА      |
| Потребляемый ток          | 18       | А        |
| <i>cos φ</i>              | 0,93     |          |
| <i>MIG/MAG</i> сварка     |          |          |
| Напряжение холостого хода | 56       | В        |

|                           |               |       |
|---------------------------|---------------|-------|
| Сварочный ток             | 50-300        | А     |
| Скорость подачи проволоки | 3-16          | м/мин |
| ММА сварка                |               |       |
| Сварочный ток             | 70-300        | А     |
| Режим работы при 40°      | 35            | %     |
| Степень защиты            | IP21          |       |
| Габаритные размеры        | 950×458×950   | мм    |
| Вес нетто                 | 65            | кг    |
| Вес брутто                | 72,5          | кг    |
| Производитель             | <i>Aurora</i> |       |
| Код                       | 7214866       |       |

### 3.4 Выбор оснастки

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

Существуют стандартные сборочно-сварочные приспособления: прижимы, упоры, струбцины, фиксаторы, кантователи, сварочные столы. Для сварки кольцевых швов подходит сварочный роликовый вращатель *NHTR-1000* [20]. При изготовлении битумопровода подогреваемого требуется обеспечить фиксацию отдельных сборочных единиц с обеспечением необходимых размеров. Поэтому для этого внедряется сборочно-сварочное приспособление, которое будет рассчитано и описано в четвертой главе. Сборочно-сварочное приспособление представлено на чертеже

ФЮРА.000001.140.00.000 СБ. Спецификация чертежа сборочно-сварочного приспособления приведена в приложении В.

### **3.5 Составление схем узловой и общей сборки**

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

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

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

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

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

Последовательность соединения деталей и узлов машины не может быть произвольной. Для простых узлов чаще всего возможна лишь одна последовательность сборки. Для сложных узлов и машин возможны различные варианты последовательности сборки [21].

Технологическая схема сборки и сварки представлена на чертеже ФЮРА.000006.140 ЛП.

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

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

Процессы сварочного производства обычно являются окончательными, позволяющими получать изделия, готовые к эксплуатации, поэтому анализ дефектов сварных соединений имеет особое значение.

Дефекты сварных соединений можно разделить на три группы: наружные, внутренние и сквозные.

К наружным дефектам относятся подрезы, наплывы, смещения швов от оси, усадочные раковины, незаплавленные кратеры и трещины.

Внутренними дефектами являются непровары, трещины, шлаковые, оксидные и металлические включения, пористость.

К сквозным дефектам относятся сквозные трещины, прожоги и свищи.

При слишком большой погонной энергии при сварке могут возникнуть перегрев и пережог металла, что существенно ухудшает механические характеристики сварного соединения.

Наиболее опасными дефектами сварных соединений являются трещины. Они могут возникать как в металле шва, так и в околошовной зоне. Причиной появления трещин чаще всего является несоблюдение технологии и режимов сварки. Появление трещин может привести к быстрому разрушению конструкции, особенно при динамических нагрузках [22].

При изготовлении битумопровода подогреваемого регламентируется применение следующих способов НК: визуальный измерительный контроль сварных швов, ультразвуковой контроль, гидравлические испытания [6].

### **3.6.1 Визуальный и измерительный контроль сварных соединений**

Визуальный и измерительный контроль сварных швов необходимо проводить после очистки швов и прилегающих к ним поверхностей основного металла от шлака, брызг и других загрязнений.

Обязательному визуальному и измерительному контролю подлежат все сварные швы в соответствии с ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением» для выявления дефектов, выходящих на поверхность шва и не допустимых в соответствии с требованиями настоящего стандарта, СТО 9701105632-003-2021. «Инструкция по визуальному и измерительному контролю», ГОСТ 8.051-81 «Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм».

Визуальный и измерительный контроль следует проводить в доступных местах с двух сторон по всей протяженности шва [23].

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений (сокращенно ВИК) – это метод контроля качества, выполняемый с помощью визуального осмотра либо с применением простейших измерительных инструментов. С помощью визуального осмотра выявляются крупные дефекты, а с помощью инструментов выявляются мелкие дефекты, сразу незаметные глазу.

Внешнему осмотру и измерениям подлежат все сварные соединения после их очистки от шлака, окалины, брызг металла и загрязнений на ширине не менее 20 мм по обе стороны от шва.

По результатам внешнего осмотра и измерений сварные швы должны удовлетворять следующим требованиям:

- а) форма и размеры шва должны быть стандартными;
- б) поверхность шва должна быть мелкочешуйчатой; ноздреватость, свищи, скопления пор, прожоги, незаплавленные кратеры, наплывы в местах перехода сварного шва к основному металлу трубы не допускаются.

Допускаются отдельные поры в количестве не более 3 на 100 мм сварного шва с размерами, не превышающими указанных в таблице 11 РВ-03-585-03 [6].

Измерительный контроль сварных соединений (определение размеров швов, смещения кромок, переломов осей, углублений между валиками, чешуйчатости поверхности швов и др.) следует выполнять в местах, где допустимость этих показателей вызывает сомнения при визуальном контроле, если в ПТД нет других указаний.

Размеры и форма шва проверяются с помощью шаблонов, размеры дефекта – с помощью мерительных инструментов. Для проведения ВИК используем комплект ВИК "Базовый" [24].

### **3.6.2 Ультразвуковой контроль**

Контроль сварных соединений ультразвуковым методом следует производить после устранения дефектов, выявленных внешним осмотром и измерениями.

Метод контроля (ультразвуковой, радиографический или оба метода в сочетании) выбирают исходя из возможности обеспечения более полного и точного выявления недопустимых дефектов с учетом особенностей физических свойств металла, а также освоенности данного метода контроля для конкретного объекта и вида сварных соединений.

Перед контролем сварные соединения должны быть замаркированы так, чтобы их положение было легко обнаружить на картах контроля, радиографических снимках и обеспечить привязку результатов контроля к соответствующему участку сварного шва [6].

Ультразвуковой контроль сварных соединений должен проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 14782-86 и настоящей инструкции [25].

Контроль сварных соединений проводят на поисковой чувствительности, измерение характеристик, выявленных несплошностей (условной протяженности) выполняет на контрольной чувствительности, а оценку допустимости выявленных несплошностей по амплитуде проводят на уровне предельной чувствительности (п.4.19 настоящей инструкции [25]).

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

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

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

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

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

Для этого следует измерить координата и определить местоположение отражающей поверхности. Если отражатель находится в зоне контроля (в зоне наплавленного, металла), необходимо перейти к определению измеряемых характеристик [25]:

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

Выявленные при контроле дефекты разделяют на точечные и протяженные.

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

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

Условная протяженность при этом определяется как расстояние по поверхности изделия между крайними положениями преобразователя. За крайние положения преобразователя принимаются такие, при которых амплитуда эхо-сигнала от выявленного дефекта уменьшается до контрольного уровня чувствительности (на 6 дБ выше предельного) [25].

Методика контроля стыковых сварных соединений.

При контроле стыковых сварных соединений, выполненных без подкладных колея, следует учитывать следующие особенности: помимо эхо-сигналов от дефектов типа непроваров и трещин, располагающихся преимущественно в корневой зоне, а также пор и шлаковых включений,

которые могут находиться в любой зоне наплавленного металла шва, на экране дефектоскопа в зоне контроля, могут появиться эхо-сигналы от [25]:

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

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

При невозможности проведения контроля прямым ила однократно отраженным лучом допускается проводить контроль многократно отраженным лучом. Схемы контроля стыковых сварных соединений, выполненных без подкладных колец, приведены на рисунке 5 [25].

Контроль выполняется наклонными преобразователям, параметры которых выбираются по таблице 3 [25] в зависимости от толщины контролируемого сварного соединения.

Чувствительность дефектоскопа настраивается в зависимости от конкретной толщины контролируемого изделия и предельнодопустимого размера дефекта для данного типа оборудования, указанного в нормативно-технической, документация, паспорте оборудования или в таблицах 4-7 настоящей инструкции [25].

Швы стыковых сварных соединений из элементов разной толщины контролируют со стороны листа большей толщины только прямым лучом, а со стороны листа меньшей толщины – прямым и однократно отраженным лучами (рисунок 5 [25]).

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

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

## Методика контроля угловых и тавровых сварных соединений

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

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

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

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

Контроль всех типов угловых и тавровых сварных соединений выполняется преобразователями, параметры которых выбираются по таблице 3 [25] настоящей инструкции в зависимости от толщины контролируемого сварного соединения.

Чувствительность дефектоскопа настраивается в зависимости от конкретной толщины контролируемого изделия и предельно-допустимого размера дефекта для данного типа оборудования, указанного в нормативно-технической, документация, паспорте оборудования или в таблицах 4-7 [25] настоящей инструкции.

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

Если дефектоскоп снабжен АРД-даагрзшками и АРД-шкалами, то настройка проводится по ним без применения испытательных образцов в соответствии с методикой контроля, но соответствующий дефектоскоп [25].

Для выполнения ультразвукового контроля применяется дефектоскоп ультразвуковой УД9812 [26].

Прибор УД9812 представляет собой ручной ультразвуковой дефектоскоп общего назначения, группа 3 по ГОСТ 23049-84. Прибор предназначен для неразрушающего контроля продукции на наличие дефектов типа нарушения сплошности и однородности материала в изделиях из металла и пластмасс.

Дефектоскоп УД9812 обеспечивает проведение неразрушающего контроля отливок, поковок, полуфабрикатов, готовых изделий, сварных соединений и т.д. в диапазоне размеров от 0,5мм до 6 м. Прибор производит измерение времени задержки ультразвуковых сигналов, координат дефектов, условных размеров дефектов и отношения амплитуд сигналов от них по ГОСТ 23049-84.

Электрический тракт прибора (генератор зондирующих импульсов и приемник) поддерживают работу с любыми согласованными ультразвуковыми пьезопреобразователями с частотой от 0,6 до 12 МГц. Прибор совместим с ультразвуковыми преобразователями зарубежного производства (фирм *Krautkramer*, *Panametrics*, *Sonatest* и др.).

Дефектоскоп снабжен калиброванным аттенюатором и прецизионным измерителем задержки сигналов. Это позволяет использовать его для измерения физических характеристик материалов – затухания и скоростей звука.

Дефектоскоп УД9812 создан на современной зарубежной элементной базе. Применение высоких технологий позволило резко сократить размеры и вес прибора и одновременно увеличить скорость обработки данных. Кроме того, в дефектоскопе реализован ряд новых технических идей.

Технические характеристики [26].

Методы ультразвукового контроля, реализуемые дефектоскопом – эхо-, эхо-теневой, зеркальный, зеркально-теневой.

Индикатор дефектоскопа – цветной матричный дисплей *TFT* 320x240 точек.

Диапазон прозвучивания изделий из стали эхо-методом – 1-6000 мм.

Диапазоны развертки дефектоскопа.

Диапазон длительности развертки – 3,6-2000 мкс.

Диапазон задержки развертки относительно зондирующего импульса – -2 - +1988 мкс.

Параметры зондирующих импульсов.

Амплитуда на нагрузке 50 Ом. – 250 В.

Длительность импульса 40-888 нс.

Дискретность регулировки длительности – 6,25 нс.

Полярность зондирующего импульса – отрицательная.

Параметры приемника.

Диапазоны частот – 0,6-12 МГц, 0,8-12 МГц, 1,2-12 МГц,  
0,6-6,5 МГц, 0,8-6,5 МГц, 1,2-6,5 МГц.

Максимальная чувствительность в диапазоне частот – 150 мкВ.

Диапазон регулировки чувствительности – 80 дБ с шагом 0,5 дБ.

Приемник снабжен переключателем диапазонов максимальных воспринимаемых сигналов  $\pm 1\text{В}$  и  $\pm 10\text{В}$ . В диапазоне  $\pm 10\text{В}$  чувствительность приемника уменьшается на  $20\pm 2$  дБ.

Приемник выдает высокочастотный или детектированный сигнал.

Используется двухполупериодный амплитудный детектор.

### 3.6.3 Гидравлические испытания

Сварные соединения технологических трубопроводов, на которые распространяются РВ 03-585-03, проверяют гидравлическим или пневматическим испытанием.

Давление при испытании должно контролироваться двумя манометрами, прошедшими поверку и опломбированными. Манометры должны быть класса точности не ниже 1,5, с диаметром корпуса не менее 160 мм и шкалой на номинальное давление  $4/3$  измеряемого. Один манометр устанавливается у опрессовочного агрегата после запорного вентиля, другой – в точке трубопровода, наиболее удаленной от опрессовочного агрегата.

Испытание на прочность и плотность трубопроводов с условным давлением до 10 МПа ( $100 \text{ кгс/см}^2$ ) может быть гидравлическим или пневматическим. Как правило, испытание проводится гидравлическим способом.

При неудовлетворительных результатах испытаний обнаруженные дефекты должны быть устранены, а испытания повторены.

Подчеканка сварных швов и устранение дефектов во время нахождения трубопровода под давлением не допускается.

Гидравлическое испытание трубопроводов должно производиться преимущественно в теплое время года при положительной температуре окружающего воздуха. Для гидравлических испытаний должна применяться, как правило, вода с температурой не ниже  $5^\circ\text{C}$  и не выше  $40^\circ\text{C}$  или специальные смеси (для трубопроводов высокого давления).

При заполнении трубопровода водой воздух следует удалять полностью. Давление в испытываемом трубопроводе следует повышать плавно. Скорость подъема давления должна быть указана в технической документации.

При испытаниях отстукивание трубопроводов не допускается.

Требуемое давление при испытании создается гидравлическим прессом или насосом, подсоединенным к испытываемому трубопроводу через два запорных вентиля.

После достижения испытательного давления трубопровод отключается от пресса или насоса.

Испытательное давление в трубопроводе выдерживают в течение 10 минут (испытание на прочность), после чего его снижают до рабочего давления, при котором производят тщательный осмотр сварных швов (испытание на плотность).

По окончании осмотра давление вновь повышают до испытательного и выдерживают еще 5 минут, после чего снова снижают до рабочего и вторично тщательно осматривают трубопровод.

Продолжительность испытания на плотность определяется временем осмотра трубопровода и проверки герметичности разъемных соединений.

После окончания гидравлического испытания все воздушники на трубопроводе должны быть открыты и трубопровод должен быть полностью освобожден от воды через соответствующие дренажи.

Результаты гидравлического испытания на прочность и плотность признаются удовлетворительными, если во время испытания не произошло разрывов, видимых деформаций, падения давления по манометру, а в основном металле, сварных швах, корпусах арматуры, разъемных соединениях и во всех врезках не обнаружено течи и запотевания.

Одновременное гидравлическое испытание нескольких трубопроводов, смонтированных на общих несущих строительных конструкциях или эстакаде, допускается, если это установлено проектом [6].

### 3.7 Разработка технологической документации

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

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

Разработка технологических процессов включает [27]:

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

В результате должны быть достигнуты:

- 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 картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать [27]:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- 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 [27].

Изготовление трубопровода обогреваемого начинается со сборки-сварки двух подузлов №1 и №2, состоящих из труб поз. 3 и фланцев поз. 5 (операции 010-015). Далее на сварочный роликовый вращатель *NHTR-1000* устанавливают трубу поз 1. В трубу поз 1 вставляют трубу поз. 4, на трубу поз. 4 одеваются кольца поз. 2 (2 шт.) в р-ры 80\* мм, для трубы поз. 1 выдерживается р-р 90\* мм. Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 020). Затем на концы полученной сб. ед. 1 одевают фланцы поз 6 (2 шт.) согласно чертежу. Выполняется прихватка и сварка деталей на сварочном роликовом вращателе *NHTR-1000* (операция 025). На следующей операции устанавливаются на сб. ед. 2 подузлы №1 и №2 при помощи приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.140.00.000 СБ, которое обеспечивает р-ры 134,5 мм. Выполняется прихватка и сварка вращателе (операция 030). Далее выполняется слесарная обработка (зачищаются св. соединения от брызг сварки) и контроль (операции 035-040).

Технологический процесс сборки-сварки битумопровода обогреваемого приведен в приложении В.

### 3.8 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование имеет большое значение, так как является основой всех расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [28]:

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{н.ш-к}} \times L + t_{\text{в.и}} \quad (3.10)$$

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

$L$  – длина сварного шва по чертежу;

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

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва [28]:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (T_{\text{о}} + t_{\text{в.ш}}) \times \left( 1 + \frac{a_{\text{обс.}} + a_{\text{отл.}} + a_{\text{п-з}}}{100} \right), \quad (3.11)$$

где,  $T_{\text{о}}$  – основное время сварки;

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

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

$$T_o = \frac{F_1 \times \gamma \times 60}{I_1 \times \alpha} + \frac{F_n \times \gamma \times 60}{I_n \times \alpha} \times n, \quad (3.12)$$

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>;

$\alpha_n$  = коэффициент наплавки, г/(А×ч).

Рассчитаем норму времени механизированной сварки в смеси газов при изготовлении рукояти экскаватора. Исходные данные:

- марка стали: сталь 20;
- марка электродной проволоки Св-08Г2С ГОСТ 2246-70;
- положение шва нижнее;
- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С при

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

Время сварки для шва №1 Н1- ▽ 6 ГОСТ 16037-80:

$$T_{o1} = \frac{24,2 \times 7,85 \times 60}{280 \times 15} = 2,72 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №2 Н1- ▽ 5 ГОСТ 16037-80:

$$T_{o2} = \frac{15,7 \times 7,85 \times 60}{260 \times 15} = 1,9 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №3 У17- ▽ 6 ГОСТ 16037-80:

$$T_{o3} = \frac{24,2 \times 7,85 \times 60}{280 \times 15} = 2,72 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010.

Масса дет. поз. 3  $m_1=0,37$  кг; установка дет. вручную на сварочный стол  $t_1=0,18$  мин.; масса дет. поз. 5  $m_2=0,86$  кг; установка вручную на сварочный стол  $t_2= 0,18$  мин.; клеймение клеймом сварщика  $t_3=2,1$  мин; масса подузла №1  $m_3=1,23$  кг; снятие подузла вручную со сварочного стола  $t_4= 0,78$  мин.

Найдем время на прихватку:

1.  $0,15 \times 2 = 0,3$  мин.,

2.  $t_{в.и} = 0,18 + 0,18 + 0,78 + 0,3 = 3,54$  мин.,

3.  $T_{н.ш-к} = (2,72 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 4,4$  мин.,

4.  $T_{ш} = 4,4 \times 0,1 + 3,54 = 3,98$  мин.

Определим время на операцию 015

Масса дет. поз. 3  $m_1=0,37$  кг; установка дет. вручную на сварочный стол  $t_1=0,18$  мин.; масса дет. поз. 5  $m_2=0,86$  кг; установка вручную на сварочный стол  $t_2= 0,18$  мин.; клеймение клеймом сварщика  $t_3=2,1$  мин; масса подузла №2  $m_3=1,23$  кг; снятие подузла вручную со сварочного стола  $t_4= 0,78$  мин.

Найдем время на прихватку:

1.  $0,15 \times 2 = 0,3$  мин.,

2.  $t_{в.и} = 0,18 + 0,18 + 0,78 + 0,3 = 3,54$  мин.,

3.  $T_{н.ш-к} = (2,72 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 4,4$  мин.

4.  $T_{ш} = 4,4 \times 0,1 + 3,54 = 3,98$  мин.

Определим время на операцию 020

Масса дет. поз. 1  $m_1=31,3$  кг; установка дет. кран-балкой на сварочный роликовый вращатель *NHTR-1000*  $t_1=1,6$  мин.; масса дет. поз. 4  $m_2=32,4$  кг; установка дет. кран-балкой в дет. поз. 1  $t_2=1,6$  мин.; масса дет. поз. 2 (2 шт.)  $m_3=0,4$  кг; установка вручную на дет. поз. 4  $t_3= 0,18 \times 2 = 0,36$  мин.; масса сб. ед. 1  $m_4=64,493$  кг; клеймение клеймом сварщика  $t_5=2,1$  мин.

Найдем время на прихватку:

1.  $0,15 \times 16 = 2,4$  мин.,

2.  $t_{в.и} = 1,6 + 1,6 + 0,36 + 2,1 + 2,4 = 8,06$  мин.,

3.  $T_{н.ш-к} = (2,72 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 4,4$  мин.,

$$T_{н.ш-к} = (1,9 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,36 \text{ мин.}$$

4.  $T_{ш} = 4,4 \times 0,339 \times 2 + 3,39 \times 0,418 \times 2 + 8,06 = 13,85$  мин.

Определим время на операцию 025

Масса дет. поз. 6 (2 шт.)  $m_1 = 3,93$  кг; установка дет. вручную на сб. ед. 2  $t_1 = 0,32 \times 2 = 0,64$  мин.; масса сб. ед. 3  $m_2 = 72,36$  кг; клеймение клеймом сварщика  $t_2 = 2,1$  мин.

Найдем время на прихватку:

1.  $0,15 \times 8 = 1,2$  мин.,

2.  $t_{в.и} = 0,64 + 2,1 + 1,2 = 3,94$  мин.,

3.  $T_{н.ш-к} = (2,72 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 4,4$  мин.,

4.  $T_{ш} = 4,4 \times 0,339 \times 2 + 3,94 = 6,92$  мин.

Определим время на операцию 030

Разметка  $t_1 = 1,3$  мин.; масса приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.140.00.000 СБ  $m_1 = 5,4$  кг; установка приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.140.00.000 СБ вручную на сб. ед. 3 (2 раза)  $t_2 = 0,56 \times 2 = 1,12$  мин.; снятие приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.140.00.000 СБ вручную на сб. ед. 3 (2 раза)  $t_3 = 0,56 \times 2 = 1,12$  мин.; масса подузла №1  $m_2 = 1,23$  кг; установка подузла вручную на вращатель  $t_4 = 0,34$  мин.; масса подузла №2  $m_3 = 1,23$  кг; установка вручную на вращатель  $t_5 = 0,34$  мин.; клеймение клеймом сварщика  $t_6 = 2,1$  мин; масса сб. ед. 4  $m_4 = 74,81$  кг; снятие сб. ед. 4 кран-балкой с вращателя  $t_7 = 1,1$  мин.

Найдем время на прихватку:

$$1. 0,15 \times 4 = 0,6 \text{ мин.},$$

$$2. t_{в.и} = 1,3 + 1,12 + 1,12 + 0,34 + 0,34 + 2,1 + 1,1 + 0,6 = 8,02 \text{ мин.},$$

$$3. T_{н.ш-к} = (2,72 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 4,4 \text{ мин.},$$

$$4. T_{ш} = 4,4 \times 0,106 \times 2 + 4,48 = 8,95 \text{ мин.}$$

Нормы штучного времени технологического процесса изготовления трубопровода обогреваемого приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Нормы штучного времени технологического процесса изготовления битумопровода обогреваемого

| № опер. | Наименование операции    | Тшт, мин. |
|---------|--------------------------|-----------|
| 005     | Комплектовочная          | -         |
| 010     | Сборка-сварка            | 3,98      |
| 015     | Сборка-сварка            | 3,98      |
| 020     | Сборка-сварка            | 13,85     |
| 025     | Сборка-сварка            | 6,92      |
| 030     | Сборка-сварка            | 8,95      |
| 035     | Слесарная                | 18        |
| 040     | Контроль                 | 34        |
| 045     | Испытания гидравлические | -         |
| Итого   |                          | 89,69     |

### 3.9 Материальное нормирование

#### 3.9.1 Расход металла

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

$$m_m = m \times k_o, \quad (3.13)$$

где  $m$  – вес одного изделия,  $m = 266,7$  кг (масса заменяемых труб);

$k_o$  – коэффициент отходов,  $k_o = 1,3$  [29];

$$m_m = 266,7 \times 1,3 = 346,71 \text{ кг.}$$

#### 3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки определяется через массу наплавленного металла [14]:

$$M_{\text{Э}} = K_{\text{П. Ш.}} \times K_{\text{Р.Э.}} \times M_{\text{НО}}, \quad (3.14)$$

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

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

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

Массу наплавленного металла  $M_{н.о}$  для шва №1 (смотри чертеж ФЮРА.БПО200.140.00.000 СБ) определяем по формуле:

$$M_{н.о} = F_{н.о} \times L_{ш} \times \rho, \quad (3.15)$$

где  $F_{н.о}$  – площадь сечения наплавленного металла,  $F_{н.о} = 24,2 \text{ мм}^2$  (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.БПО200.140.00.000 СБ);

$L_{ш}$  – длина шва,  $L_{ш} = 0,1 + 0,1 + 0,339 \times 2 + 0,339 \times 2 = 0,66 \text{ м}$  (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.БПО200.140.00.000 СБ);

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

$$M_{н.о} = 24,2 \times 0,66 \times 7,85 \times 10^{-3} = 0,125 \text{ кг.}$$

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

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

| № шва | Площадь шва, мм <sup>2</sup> | Длина шва, м. | Наплавленный металл, кг. |
|-------|------------------------------|---------------|--------------------------|
| 1     | 24,2                         | 0,66          | 0,125                    |
| 2     | 15,7                         | 0,836         | 0,103                    |
| 3     | 24,2                         | 0,212         | 0,04                     |
| ИТОГО |                              |               | 0,268                    |

Для проволоки Св-08Г2С:

$$M_{эп} = 1,03 \times (1 + 0,1) \times 0,268 = 0,304 \text{ кг.}$$

### 3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [14]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \times t_c, \quad (3.16)$$

где,  $q_{з.г.}$  – расход защитного газа (рассчитано в подразделе 3.2);

$t_c$  – время сварки,  $t_c = 15,39$  мин. (рассчитано в подразделе 3.8 и программе *MathCad*);

$$Q_{з.г.} = 13 \times 15,39 = 200 \text{ л.}$$

### 3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [14]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left( \frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left( \frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.17)$$

где  $U_c, I_c$  – электрические параметры режима сварки;  $U_c=28В, I_c=280А.$   
 $U_c=27В, I_c=260А.$

$t_c$  – основное время сварки шва;  $t_c=0,256ч.$

$\eta_u$  – КПД источника сварочного тока,  $\eta_u = 0,85$  [19];

$P_x$  – мощность холостого хода источника,  $P_x = 0,4$  [14];

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

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

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{ТЭ} = W_{ТЭ} \times Ц_{э.э.}, \quad (3.18)$$

где  $W_{ТЭ}$  – расход технологической электроэнергии,  $W_{ТЭ} = 2320 \text{ Вт} \times \text{ч};$

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

$$W_{ТЭ} = \frac{28 \times 280 \times 0,276}{0,85} + \frac{27 \times 260 \times 0,047}{0,85} + 0,4 \times \left( \frac{0,256}{0,7} - 0,256 \right) = 2320 \text{ Вт} \times \text{ч},$$

$$З_{ТЭ} = 2,32 \times 5,63 = 13,06 \text{ руб.}$$

## **4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений**

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

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

Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования [31].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении битумопровода обогреваемого необходимо разработать приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.140.00.000 СБ, которое сможет обеспечить точную установку подузлов №1 и №2, а также обеспечение необходимых установочных размеров. Приспособление состоит из: 1. Ребро (2 шт.); 2. Стойка; 3. Полухомут (2 шт.); 4. Бонка (2 шт.); 5. Болт; 6. Бонка; 7. Бонка (2 шт.); 8. Штырь; 9. Гайка М6; 10. Шайба 6; 11. Шплинт 2×14.

Принципиальная схема приспособление сборочно-сварочное показана на рисунке 4.1.

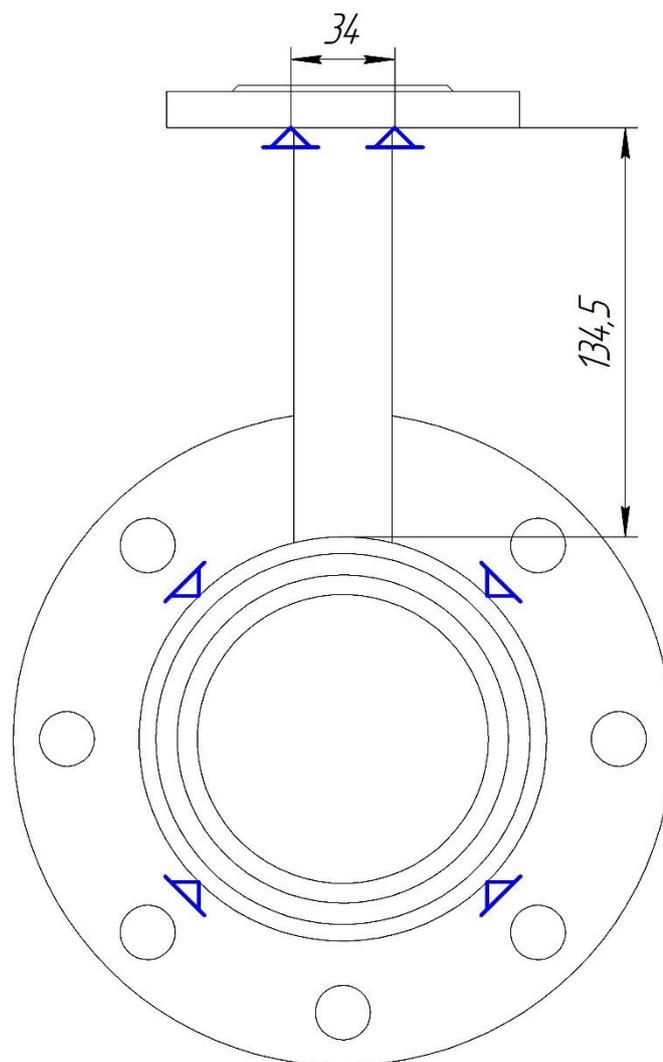


Рисунок 4.1 – Принципиальная схема приспособления сборочно-сварочного

#### 4.2 Расчёт элементов приспособления

В конструкции приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.140.00.000 СБ для их фиксации на трубе применяется болт с гайкой. Рассчитаем диаметр болта и комплектной с ним гайки. Всего в приспособлении применяется 1 болт.

Диаметр резьбы болта определим по формуле [32]:

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

где  $P$  – усилие на шпильку, кгс/см<sup>2</sup> (зависит от упругости полухомутов приспособления);  $P=79$ .

$z$  – поправочный коэффициент, принимаемый для шпильки с пятой 1,4, для болта без пяты 2 [31];

$[\sigma]_{\text{доп}}$  – допускаемое напряжение на сжатие для винта,  $[\sigma]_{\text{доп}}=950$  Н/мм<sup>2</sup> [33].

$n$  – количество креплений (согласно чертежу ФЮРА.000001.140.00.000 СБ);

$$d_p = 1,3 \times \sqrt{\frac{1,27 \times 79 \times 2}{950 \times 1}} = 0,597 \text{ см.}$$

Из конструктивных соображений, согласно ГОСТ 7798-70, принимаем  $d_p = 6$  мм [34].

### **4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление**

При разработке эксплуатационных документов необходимо придерживаться рекомендаций ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы» и ГОСТ Р 2.610 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов» [35].

Сведения об изделии, помещаемые в эксплуатационный документ, должны быть достаточными для обеспечения правильной и безопасной

эксплуатации изделий в течение установленного срока службы. При необходимости в эксплуатационном документе приводят указания о требуемом уровне подготовки обслуживающего персонала.

В эксплуатационных документах, поставляемых с изделием, должна содержаться следующая информация [36]:

- наименование страны-изготовителя и предприятия-изготовителя;
- наименование и обозначение изделия;
- основное назначение, сведения об основных технических данных и потребительских свойствах изделия;
- правила и условия эффективного и безопасного использования, хранения, транспортирования и утилизации изделия;
- ресурс, срок службы и сведения о необходимых действиях потребителя по его истечении, а также информация о возможных последствиях при невыполнении указанных действий (сведения о необходимых действиях по истечении указанных.
- ресурсов, сроков службы, а также возможных последствиях при невыполнении этих действий приводят, если изделие по истечении указанных ресурса и сроков может представлять опасность для жизни, здоровья потребителя (пользователя), причинять вред его имуществу или окружающей среде либо оно становится непригодным для использования по назначению. Перечень таких изделий составляют в установленном порядке):
- сведения о техническом обслуживании и ремонте изделия (при наличии);
- гарантии изготовителя (поставщика) (в установленном законодательством порядке);
- сведения о сертификации (при наличии);
- сведения о приемке;
- юридический адрес изготовителя (поставщика) и/или продавца;

- сведения о цене и условиях приобретения изделия (приводит, при необходимости, изготовитель, поставщик либо продавец). Для изделий, разрабатываемых и/или поставляемых по заказам Министерства обороны, эти сведения и условия не приводят.

Инструкция по эксплуатации приспособления представлена в приложении Г.

## 5 Проектирование участка сборки сварки

### 5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

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

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [37].

Для проектируемого участка изготовления битумопровода обогреваемого принимаем схему компоновки производственного процесса с продольно-поперечным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, деталей отходов выполняется краном мостовым  $Q = 5$  т, а при установке и снятии отдельных деталей применяются тельферы  $Q = 0,5$  т.

## 5.2 Расчёт основных элементов производства

### 5.2.1 Определение необходимого числа оборудования

Необходимое число оборудования рассчитаем по формуле [27]:

$$n_P = \frac{T_r}{\Phi_D}, \quad (5.1)$$

где,  $T_r$  – время необходимое для выполнения годовой программы продукции,

$T_r = 747$  ч.;

$\Phi_D$  – действительный фонд рабочего времени,  $\Phi_D = 60$ ч.;

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

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

$T$  – длительность одной операции, мин.

Так как операции 010-045 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{89,69}{60} = 747 \text{ ч.},$$

$\Phi_H$  – номинальный фонд рабочего времени при односменной работе равен 1980 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 5\% = 1980 - 5\% = 1881 \text{ ч.},$$

$$n_P = \frac{747}{1881} = 0,397,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,397}{1} = 0,397.$$

В процентном соотношении загрузка составит 39,73 %.

### 5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_r = 747 \text{ ч.}$$

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

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1739 \text{ ч.}$$

Определим количество рабочих явочных [27]:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{747}{1976} = 0,38. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{\text{яв}} = 1$ .

Определим количество рабочих списочных [26]:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{747}{1739} = 0,43. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{СП} = 1$ .

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

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

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

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

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

### **5.3 Пространственное расположение производственного процесса**

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [37].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цеха могут включать следующие отделения и помещения [37]:

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

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

вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации,

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

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

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

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

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

На сварочном участке расположены: двухстоечный Сварочный роликовый вращатель NHTR-1000, козлы, сварочный стол, инверторный сварочный полуавтомат *AuroraPRO SKYWAY 300 (MIG/MAG+MMA)*, перемещение деталей осуществляется кран-балкой  $Q = 0,5$  т и краном мостовым  $Q = 5$  т перемещаются готовые изделия.

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

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

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

### **6.2 Экономический анализ техпроцесса**

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления битумопровода обогреваемого. *Битумопровод* дает возможность загружать любую емкость жидким вязущим материалом из посторонней емкости, перекачивать его из одной емкости в другую, осуществлять циркуляцию во всех емкостях, а также выдавать готовый битум из любой емкости.

*Битумопровод* оборудован паровой рубашкой, которая предотвращает остывание передаваемой жидкости.

*Битумопровод* представляет собой конструкцию, основными элементами которой являются трубы, кольца и фланцы.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

В разработанном технологическом процессе применим приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.140.00.000 СБ, которое состоит из: ребра; стойки; полухомута; бонки; болта; бонок; штыря; гайки М6; шайбы 6; шплинта 2×14.

Применим современное сварочное оборудование: инверторный сварочный полуавтомат *AuroraPRO SKYWAY 300 (MIG/MAG+MMA)* [19].

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления битумопровода обогреваемого приведены в таблице 3.6.

Определение приведенных затрат производят по формуле [27]:

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

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

$$C_{\text{год}} = 3420770 \text{ руб/изд} \times \text{год}$$

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

$K$  – суммарные капитальные вложения в производственные фонды, руб.  
 $K = 168818 \text{ руб.}$

### 6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [27]:

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

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

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

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

### 6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [27]:

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

где  $C_{oi}$  – оптовая цена единицы оборудования  $i$ -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;  $C_{oi} = 104600$ руб.

$O_i$  – количество оборудования  $i$ -го типоразмера, ед.;  $O_i = 1$

$\mu_{oi}$  – коэффициент загрузки оборудования  $i$ -го типоразмера.  $\mu_{oi} = 0,397$

Цены на оборудование берутся за 01.01.2023 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [19]

| Наименование оборудования                 | Кол.  | $C_{oi}$ , руб |
|---|-------|----------------|
| <i>AuroraPRO SKYWAY 300 (MIG/MAG+MMA)</i> | 1 шт. | 104600         |

$$K_{CO} = 104600 \times 1 \times 0,397 = 41561 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

| Наименование оборудования                 | Кол.  | $K_{CO}$ , руб. |
|---|-------|-----------------|
| <i>AuroraPRO SKYWAY 300 (MIG/MAG+MMA)</i> | 1 шт. | 41561           |
| Итого                                     |       | 41561           |

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [27]:

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

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

$\Pi_j$  – количество приспособлений  $j$ -го типоразмера, ед.  $\Pi_j = 1$  (см. пункт 5.2);

$\mu_{\text{П}j}$  – коэффициент загрузки  $j$ -го приспособления  $\mu_{\text{П}j} = 0,397$  (см. пункт 5.2).

$$K_{\text{ПР}1} = 5300 \times 1 \times 0,397 = 2106 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{ПР}2} = 12000 \times 1 \times 0,397 = 4768 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{ПР}3} = 90624 \times 1 \times 0,397 = 36008 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{ПР}} = 2106 + 4768 + 36008 = 42882 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления [21]

| Наименование оборудования                                      | $K_{\text{ПР}j}$ , руб | $\Pi_{\text{П}}$ , шт | $K_{\text{ПР}}$ , руб. |
|--|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Приспособление сборочно-сварочное<br>ФЮРА.000001.140.00.000 СБ | 5300                   | 1                     | 2106                   |
| Сварочный стол   | 12000                  | 1                     | 4768                   |
| Сварочный роликовый вращатель <i>NHTR-1000</i>                 | 90624                  | 1                     | 36008                  |
| ИТОГО  |                        |                       | 42882                  |

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

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [27]:

$$K_{\text{зд}} = \sum_{i=1}^n S_{O_i} \times h \times k_{\text{в}} \times \Pi_{\text{зд}}, \text{ руб.}, \quad (6.5)$$

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

Для предлагаемого технологического процесса:  $S = 74,8 \text{ м}^2$  (см. чертеж ФЮРА.000002.140 ЛП),

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

$k_B$  – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 (так как известна полная площадь участка сборки-сварки,  $k_B = 1$ ) [27];

$\Pi_{зд}$  – стоимость  $1\text{ м}^3$  здания на 01.01.2023 составляет,  $\Pi_{зд} = 94$  руб/ $\text{м}^3$ .

$$K_{зд} = 74,8 \times 12 \times 1 \times 94 = 84374 \text{ руб.}$$

### 6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

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

производственного помещения.

Определим себестоимость годового объема производства продукции по формуле [27]:

$$C_{\text{год}} = N_{\Gamma} \times (C_M + C_B + C_З + C_Э + C_a + C_{и} + C_{п}), \text{ руб./год.} \quad (6.6)$$

где  $C_M$  – затраты на основные материалы, руб;

$C_B$  – затраты на вспомогательные материалы, руб;

$C_З$  – затраты на заработную плату, руб;

$C_Э$  – затраты на электроэнергию, руб;

$C_a$  – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

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

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

### 6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

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

$$C_M = N_M \times k_{т.з.} \times C_M - N_0 \times C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где  $N_M$  – норма расхода материала на одно изделие,  $N_M = 74,81$  кг (см. пункт 3.9);

$k_{т.з.}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов  $k_{т.з.} = 1,04$  [38].

$C_M$  – средняя оптовая цена стали 20, на 01.01.2023, руб./кг:

- для стали 20  $C_M = 68,2$  руб./кг [39], при  $N_M = 74,81 \times 1,3 = 97,252$  кг.;

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

$N_0$  – норма возвратных отходов;

$$N_0 = N_M \times 0,3 = 74,81 \times 0,3 = 22,443 \text{ кг/ изд.};$$

$C_0$  – цена возвратных отходов,  $C_0 = 20$  руб/кг (цену узнал в пункте сдачи металлолома т. 89505702559).

$$C_M = 1,04 \times (97,252 \times 68,2) - 22,443 \times 20 = 6449,03 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [27]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \times k_{nd} \times \psi_p \times C_{п.с.}, \text{ руб/изд.}, \quad (6.8)$$

где  $G_d$  – масса наплавленного металла электродной проволоки, кг:  $G_d = 0,269$  кг – для проволоки Св-08Г2С-О (см. пункт 3.9);

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

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

$\Pi_{п.с.}$  – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг:  $\Pi_{п.с.} = 22,88$  руб/кг – для проволоки Св-08Г2С-О [40] на 01.01.2023;

$$C_{п.с.} = 0,269 \times 22,88 \times 1,03 \times 1,1 = 6,96 \text{ руб.}$$

### 6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

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

$$C_{\text{газ}} = g_{\text{шкi}} \times \Pi_{\text{газ}} \times t_c, \text{ руб./изд.}, \quad (6.9)$$

где  $g_{\text{шкi}}$  – расход смеси,  $g_{\text{шкi}} = 13$  л/мин. (см. пункт 3.2);

$\Pi_{\text{газ}}$  – стоимость смеси, л.,  $\Pi_{\text{газ}} = 0,17$  руб./л. [41];

$t_c$  – время сварки в смеси газов, мин.,  $t_c = 15,39$  мин. (см. пункт 3.8);

$$C_{\text{газ}} = 13 \times 0,17 \times 15,39 = 34,01 \text{ руб/изд.}$$

### 6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

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

$$C_z = (C_{\text{чi}} \times T_o \times K_{\text{доп}} \times K_{\text{сс}} \times K_{\text{рай}}) / 60, \quad (6.10)$$

где  $C_{чi}$  – часовая тарифная ставка на 01.01.2023, руб/ч.,  $C_{чi} = 74,85$  руб.;

$T_o$  – время на изготовление одного изделия, мин.  $T_o = 89,69$  (см. пункт 3.8);

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

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

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

$$C_3 = (74,85 \times 89,69 \times 1,2 \times 1,3 \times 1,3) / 60 = 226,9 \text{ руб/изд.}$$

#### 6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [14]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left( \frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left( \frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.17)$$

где  $U_c$ ,  $I_c$  – электрические параметры режима сварки;  $U_{c,} = 28\text{В}$ ,  $I_c = 280\text{А}$ .  
 $U_{c,} = 27\text{В}$ ,  $I_c = 260\text{А}$ .

$t_c$  – основное время сварки шва;  $t_c = 0,256\text{ч}$ .

$\eta_u$  – КПД источника сварочного тока,  $\eta_u = 0,85$  [19];

$P_x$  – мощность холостого хода источника,  $P_x = 0,4$  [14];

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

производства ( $K_u$  можно выбрать по таблице 3.2.2 [14]).  $K_u = 0,7$ .

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$Z_{ТЭ} = W_{ТЭ} \times \Pi_{Э.Э.}, \quad (3.18)$$

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

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

$$W_{ТЭ} = \frac{28 \times 280 \times 0,276}{0,85} + \frac{27 \times 260 \times 0,047}{0,85} + 0,4 \left( \frac{0,256}{0,7} - 0,256 \right) = 2933,9 \text{ Вт} \times \text{ч.}$$

$$З_{ТЭ} = 2,32 \times 5,63 = 13,06 \text{ руб.}$$

### 6.2.2.5 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования

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

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

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

$r_i$  – коэффициент затрат на ремонт оборудования,  $r_i = 1,15 \dots 1,20$  [26],

$$C_3 = \frac{104600 \times 1 \times 0,397 \times 0,15\% \times 1,15}{500} = 95,73 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Амортизация оборудования представлена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Амортизация оборудования

| Наименование оборудования                 | Кол.  | $C_3$ , руб/изд. |
|---|-------|------------------|
| <i>AuroraPRO SKYWAY 300 (MIG/MAG+MMA)</i> | 1 шт. | 95,73            |

### 6.2.2.6 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [27]:

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

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

$$C_{u1} = \frac{5300 \times 1 \times 0,397 \times 0,15}{500} = 0,63 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_{u2} = \frac{12000 \times 1 \times 0,397 \times 0,15}{500} = 1,43 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_{u3} = \frac{90624 \times 1 \times 0,397 \times 0,15}{500} = 10,8 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_u = 0,63 + 1,43 + 10,8 = 12,86 \text{ руб./изд.}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Затраты на амортизацию приспособлений

| Наименование оборудования                                      | Ц <sub>пр</sub> , руб | П <sub>j</sub> , шт. | C <sub>u</sub> , руб/изд. |
|--|-----------------------|----------------------|---------------------------|
| Приспособление сборочно-сварочное<br>ФЮРА.000001.140.00.000 СБ | 5300                  | 1                    | 0,63                      |
| Сварочный стол   | 12000                 | 1                    | 1,43                      |
| Сварочный роликовый вращатель NHTR-<br>1000                    | 90624                 | 1                    | 10,9                      |
| ИТОГО  |                       |                      | 12,86                     |

### 6.2.2.7 Определение затрат на содержание помещения

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

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [38]:

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

где  $S$  – площадь участка сварки,  $S=74,8 \text{ м}^2$  (см. чертеж ФЮРА.000002.140 ЛП);

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

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

$$C_{\text{п}} = \frac{78,4 \times 0,08 \times 250}{500} = 2,99 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Технологическая себестоимость

| № п/п | Затраты                        | Сумма, руб. |
|-------|--------------------------------|-------------|
| 1     | 2                              | 3           |
| 1     | Затраты на основной металл     | 6449,03     |
| 2     | Затраты на сварочные материалы |             |
| 2.1   | Затраты на сварочную проволоку | 6,96        |

|                                      |  |         |
|--------------------------------------|--|---------|
| 2.2                                  | Затраты на защитный газ                      | 34,01   |
| 3                                    | Заработная плата                             | 226,9   |
| 4                                    | Затраты на электроэнергию                    | 13,06   |
| 5                                    | Расходы на амортизацию и ремонт оборудования | 95,73   |
| 6                                    | Расходы на амортизацию приспособлений        | 12,86   |
| 7                                    | Затраты на содержание помещения              | 2,99    |
| ИТОГО технологическая себестоимость: |  | 6841,54 |

### 6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C_{\text{год}} = 500 \times (6449,03 + 6,96 + 34,01 + 226,9 + 13,06 + 95,73 + 12,86 + 2,99) = \\ = 3420770 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 41561 + 42882 + 84374 = 168818 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 3420770 + 0,15 \times 168818 = 3446092,7 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

#### 6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Основные технико-экономические показатели участка

| №п/п | Параметр  | Значение  |
|------|---|-----------|
| 1    | Годовая производственная программа, шт.                   | 500       |
| 2    | Трудоёмкость изготовления одного изделия, час             | 1,49      |
| 3    | Количество оборудования, шт.                              | 1         |
| 4    | Количество производственных рабочих, чел                  | 1         |
| 5    | Количество вспомогательных рабочих                        | 1         |
| 6    | Количество административно-управленческого персонала, чел | 1         |
| 7    | Норма расхода материала, кг                               | 97,252    |
| 8    | Количество приведенных затрат, руб/изд.×год.              | 3446092,7 |
| 9    | Себестоимость одного изделия, руб/изд.                    | 6841,54   |

### **Вывод.**

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

- капитальные вложения 168818 руб;
- себестоимость продукции 3420770 руб/изд.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 3446092,70 руб/изд.×год.

## 7 Социальная ответственность

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

При изготовлении битумопровода обогреваемого на участке применяется следующее оборудование:

- сварочный аппарат *AuroraPRO SKYWAY 300* 1 шт.;  
(*MIG/MAG+MMA*)
- приспособление сборочно-сварочное 1 шт.;  
ФЮРА.000001.140.00.000 СБ
- сварочный стол 1 шт.;
- сварочный роликовый вращатель NHTR-1000 1 шт.

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

Рассматриваемая конструкция – битумопровод обогреваемый ФЮРА.БПО200.140.00.000 СБ. Битумопровод обогреваемый дает возможность загружать любую емкость жидким вязущим материалом из посторонней емкости, перекачивать его из одной емкости в другую, осуществлять циркуляцию во всех емкостях, а также выдавать готовый битум из любой емкости. Масса битумопровода обогреваемого составляет 74,81 кг.

В качестве материала этих деталей используют сталь 20. Сварка производится в смеси *Ar* (80 %) + *CO<sub>2</sub>* (20 %) *ISO 14175 – M21* сварочной проволокой следующих марок Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 мм.

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

здания, а также шестью 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  $S = 74,8 \text{ м}^2$ .

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

Проект вытяжной вентиляции.

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

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

В холодный и переходный периоды года, при категории работ *IIб* – работы средней тяжести, оптимальные параметры, следующие: температура от плюс 17 до минус 19 °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.

### **7.1.1 Законодательные и нормативные документы**

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

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

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

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях

и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

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

К нормативным документам относятся:

- 1) ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
- 2) ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
- 3) ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
- 4) ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
- 5) ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
- 6) Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.

7) Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

8) Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

9) Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

10) Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

## **7.2 Производственная безопасность**

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

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

#### **1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.**

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до  $180 \text{ мг/м}^3$  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>) [42, 43].

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 [43].

На участке сборки и сварки изготовления битумопровода обогреваемого 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 [44].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [45]:

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

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

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

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

где  $A$  и  $B$  – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [43];

$n$  – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [46]:

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

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

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

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

$$H = 1,5 \times \sqrt{F}, \text{ м,} \quad (7.3)$$

где  $F$  – площадь приспособления,  $F = a \times b$  ( $a$  – длина,  $b$  – ширина);

$$H_1 = 1,5 \times \sqrt{a \times b} = 1,5 \times \sqrt{1 \times 1} = 2,2 \text{ м.}$$

$$H_2 = 1,5 \times \sqrt{a \times b} = 1,5 \times \sqrt{2 \times 0,6} = 1,64 \text{ м.}$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A_1 = a + 0,8 \times H_1 = 1 + 0,8 \times 2,2 = 2,2 \text{ м,} \quad (7.4)$$

$$A_2 = a + 0,8 \times H_2 = 2 + 0,8 \times 1,64 = 3,3 \text{ м,}$$

$$B_1 = b + 0,8 \times H_1 = 1 + 0,8 \times 2,2 = 2,2 \text{ м,} \quad (7.5)$$

$$B_2 = b + 0,8 \times H_2 = 0,6 + 0,8 \times 1,64 = 1,91 \text{ м,}$$

$$S_1 = 2,2 \times 2,2 \times 1 = 4,84 \text{ м}^2,$$

$$S_2 = 3,3 \times 1,61 \times 1 = 6,35 \text{ м}^2,$$

$$L_M = (4,84 + 6,35) \times 0,2 = 2,24 \text{ м}^3 \cdot \text{с,}$$

$$L_{M1} = (4,84) \times 0,2 = 0,97 \text{ м}^3 \cdot \text{с,}$$

$$L_{M2} = (6,35) \times 0,2 = 1,27 \text{ м}^3 \cdot \text{с.}$$

Из расчета видно, что объём воздуха, удаляемый от местных отсосов, составляет  $L_M = 8054 \text{ м}^3 \times \text{ч}$ ;  $L_M = 3485 \text{ м}^3 \times \text{ч}$ ;  $L_M = 4569 \text{ м}^3 \times \text{ч}$ .

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВРМ-9ДУ-РВ9 с двигателем АИРХ160S6 11 кВт 1000 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

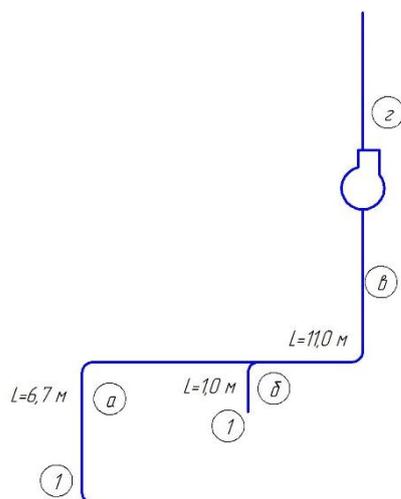


Рисунок 7.1 – Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 3485 \times 1/1 = 9485 \text{ м}^3 \times \text{ч}.$$

Сначала рассчитаем расход воздуха для второй ветви:

$$L_{M2} = 4569 \times 1/1 = 9485 \text{ м}^3 \times \text{ч}.$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [46]:

$$D = 1,13 \times \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left( \frac{3485}{0,2} \right)^{1/2} = 149 \text{ мм.} \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для второй ветви:

$$D = 1,13 \times \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left( \frac{4569}{0,2} \right)^{1/2} = 171 \text{ мм.}$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \times \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left( \frac{8054}{0,2} \right)^{1/2} = 227 \text{ мм.}$$

## 2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- сварочный аппарат *AuroraPRO SKYWAY 300 (MIG/MAG+MMA)*;
- сварочный роликовый вращатель NHTR-1000;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ( $m = 2$  кг) ГОСТ 2310-77, шабер,

машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

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

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [47].

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 [47].

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

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

Мероприятия по борьбе с шумом.

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

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

### 3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами  $172 \div 293$  Дж/с ( $150 \div 250$  ккал/ч) [43].

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 [48].

### **7.2.2 Обеспечение требуемого освещения на участке**

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

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 4 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 2 светильника.

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

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

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются

воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

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

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см<sup>2</sup>·мин [48].

## 2. Защита от сварочных излучений.

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

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

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

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

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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

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

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

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

### 3. Электрический ток.

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

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

#### 4. Электробезопасность.

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

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

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

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

#### **7.2.4 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 подъемно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация барабанов распорками, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

### 7.3 Экологическая безопасность

#### 1. Защита селитебной зоны.

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [49].

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

#### 2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки битумопровода обогреваемого ФЮРА.БПО200.140.00.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной

масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [49].

### 3. Охрана водного бассейна.

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

### 4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки-сварки битумопровода обогреваемого 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 [49].

## **7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определённой территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей,

возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

В настоящее время существует два основных направления ликвидации вероятности возникновения и последствий ЧС на промышленных объектах.

Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала современных технических систем. Второе направление заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб ГО и населения к действиям в условиях ЧС.

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 ОВЭ-8 (з) АВСЕ 01 морозостойкие Пожнотех [50] (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).

## Заключение

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

Для сборки-сварки битумопровода обогреваемого применена приспособление сборочно-сварочное, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 74,8 м<sup>2</sup>;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 39,73%.

Количество приведенных затрат – 3446092,70 руб./изд.×год.

## Библиография

1. Асфальтовые и цементобетонные заводы: Справочник. / В.И. Кольшев, П.П. Костин, В.В. Силкин, Б.Н. Соловьев. – М: Транспорт. 1982 - 207 с.
2. Строительство и реконструкция автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. I / А.П. Васильев, Б.С. Марышев, В.В. Силкин и др.; Под ред. д-ра техн. наук, проф. А.П. Васильева. - М.: Информавтодор, 2005.
3. В.В. Филиппов / Технологические трубопроводы и трубопроводная арматура / Учебное пособие. – Самара: СамГТУ, 2012. – 66 с.
4. Тавастшерна Р. И. / Изготовление и монтаж технологических трубопроводов: Учеб. для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 286 с., ил.
5. НАКС URL: <http://www.naks.ru/assp/docs/> (дата обращения: 30.01.2023)
6. РВ 03-585-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов.
7. PTC URL: <https://www.ptc.com/en/> (дата обращения: 30.01.2023)
8. СПРУТ-технология URL: <https://sprut.ru/> (дата обращения: 30.01.2023)
9. Autodesk URL: <https://web.autocad.com/> (дата обращения: 30.01.2023)
10. SolidWorks Corporation URL: <https://www.solidworks.com/ru> (дата обращения: 28.04.2023)
11. АСКОН URL: <https://ascon.ru/>? (дата обращения: 30.01.2023)
12. Марочник сталей и сплавов / Ю.Г. Драгунов, Ю.В. Каширский и др.; под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216 с.: ИЛЛ. ISBN 978-5-94275-582-9

13. ГОСТ 32528-2013 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные.

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

15. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова.-М.: Машиностроение, 1984. - 216 с.

16. Китаев А.М. Китаев Я.А. Справочная книга сварщика. М: Машиностроение, 1985. – 256 с.

17. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. технические условия.

18. СВ-08Г2С URL: <https://www.esab.ru/ru/ru/products/filler-metals/mig-mag-wires-gmaw/mild-steel-wires/sv-08g2s.cfm> (дата обращения: 01.02.2023)

19. Инверторный сварочный полуавтомат *AuroraPRO SKYWAY 300 (MIG/MAG+MMA)* URL: [https://aurora-online.ru/catalog/welding/invertornie\\_poluavtomati/5162/](https://aurora-online.ru/catalog/welding/invertornie_poluavtomati/5162/) (дата обращения: 01.02.2023)

20. Вращатели горизонтальные двухстоечные (серии ДВ) URL: <http://www.promos-ls.ru/vrashchateli-gorizontalnye-dvukhstoechnye-dv.html> (дата обращения: 01.02.2023)

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

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

23. ГОСТ Р 52630-2012 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия. М.: Стандартиформ, 2007.

24. Комплект ВИК "Бзовый " URL: <https://ntcexpert.ru/vic/1329-komplekt-vik-energetik> (дата обращения: 02.02.2023)
25. РДИ 38.18.016-94 Инструкция по ультразвуковому контролю сварных соединений технологического оборудования.
26. Дефектоскоп ультразвуковой УД9812. Версия программного обеспечения 23.12 Руководство по эксплуатации 46.5537.001.01.000 РЭ.
27. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500 «Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000-24 с.
28. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.
29. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.
30. АО «КУЗБАССЭНЕРГО» URL: <https://sibgenco.ru/companies/oao-kuzbassenergo/> дата обращения: 06.02.2023)
31. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.
32. Хайдарова А.А. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. – 132 с.
33. Сварные соединения: Методические указания к практическим занятиям по курсу «Детали машин и основы конструирования» с применением средства мгновенного самоконтроля знаний «Символ». – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института Томского политехнического университета, 2007. – 33 с.
34. ГОСТ 7798-70 «Болты с шестигранной головкой класса точности В».

35. Крюков А.В. Производство сварных конструкций: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Производство сварных конструкций» для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства» / А.В. Крюков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2023. – 16 с.

36. ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы».

37. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.

38. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», - ЮТИ ТПУ, 2020. – 24 с.

39. Лист стальной Ст20 1,5 мм ГОСТ 16523-97 *URL:* [https://nsk.pulscen.ru/products/list\\_stalnoy\\_7\\_mm\\_st45\\_170951473](https://nsk.pulscen.ru/products/list_stalnoy_7_mm_st45_170951473) (дата обращения: 01.05.2023)

40. Проволока сварочная от 0,3 до 12 мм по ГОСТ 2246-70 08Г2С, 06Х19Н9Т *URL:* [https://kemerovo.pulscen.ru/products/provoloka\\_svarochnaya\\_ot\\_0\\_3\\_do\\_12\\_mm\\_po\\_gostu\\_2246\\_70\\_08g2s\\_06kh19n9t\\_08\\_44874677](https://kemerovo.pulscen.ru/products/provoloka_svarochnaya_ot_0_3_do_12_mm_po_gostu_2246_70_08g2s_06kh19n9t_08_44874677) (дата обращения: 01.05.2023)

41. Газовая смесь аргон-углекислота (75-80% Ar, 25-20% CO<sub>2</sub>) 40 л *URL:* [https://www.promgaznovosib.ru/goods/149684719-gazovaya\\_smes\\_argon\\_uglekislota\\_75\\_80\\_ar\\_25\\_20\\_so2\\_40\\_1](https://www.promgaznovosib.ru/goods/149684719-gazovaya_smes_argon_uglekislota_75_80_ar_25_20_so2_40_1) (дата обращения: 01.05.2023)

42. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»

43. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

44. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах *URL*: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html> (дата обращения: 01.05.2023)

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

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

47. 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.

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

49. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория *URL*: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-hto-selitebnaya-territoriya> (дата обращения: 01.05.2023)

50. Огнетушитель ОБЭ-8 (з) АВСЕ 01 морозостойкие Пожнотех *URL*: <https://novosibirsk.di01.ru/product/ove-8-z-avsye-01-morozostoykie-pozhnanotekh/> (дата обращения: 31.05.2023)

## Приложение А (Спецификация Битумопровод обогреваемый)

| Перв. примен.                     | Формат   | Обозначение                | Наименование   | Кол.  | Примечание |
|-----------------------------------|----------|----------------------------|--|-------|------------|
|                                   | Зона     |                            |  |       |            |
|                                   |          |                            | <u>Документация</u>                                      |       |            |
| A1                                |          | ФЮРА.БПО200.14.0.00.000 СБ | Сборочный чертеж   |       |            |
| Справ. №                          |          |                            | <u>Детали</u>  |       |            |
|                                   | 1        | ФЮРА.БПО200.14.0.00.001    | Труба  | 1     |            |
|                                   | 2        | ФЮРА.БПО200.14.0.00.002    | Кольцо   | 2     |            |
|                                   |          |                            | <u>Стандартные изделия</u>                               |       |            |
| Подп. и дата                      | 3        |                            | Труба 32x3,5 ГОСТ 32528-2013<br>Сталь 20 ГОСТ 1050-2013  | 2     | L=0,15 м   |
|                                   | 4        |                            | Труба 108x6,5 ГОСТ 32528-2013<br>Сталь 20 ГОСТ 1050-2013 | 1     | L=2,0 м    |
| Инв. № дубл.                      | 5        |                            | Фланец 25-10-01-1-B<br>ГОСТ Р 33259-2015                 | 2     |            |
|                                   | 6        |                            | Фланец 100-10-01-1-A<br>ГОСТ Р 33259-2015                | 2     |            |
| Взам. инв. №                      |          |                            |  |       |            |
| Подп. и дата                      |          |                            |  |       |            |
| Инв. № подл.                      | Изм.     | Лист                       | № докум.   | Подп. | Дата       |
|                                   | Разраб.  | Мазеин                     |  |       |            |
|                                   | Проб.    | Ильященко                  |  |       |            |
|                                   | Н.контр. | Ильященко                  |  |       |            |
| Утв.                              |          |                            |  |       |            |
| <b>ФЮРА.БПО200.14.0.00.000 СБ</b> |          |                            |  |       |            |
| <b>Битумопровод обогреваемый</b>  |          |                            | Лит.   | Лист  | Листов     |
|                                   |          |                            | 4  |       | 1          |
|                                   |          |                            | ЮТИ ТПУ<br>гр 3-10А81                                    |       |            |
|                                   |          |                            | Формат А4  |       |            |

Копировал





























