



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

| | |
|------------------------|--|
| Школа | <u>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</u> |
| Направление подготовки | <u>15.03.01 Машиностроение</u> |
| ООП/ОПОП | <u>Оборудование и технология сварочного производства</u> |
| Специализация | <u>Оборудование и технология сварочного производства</u> |
| Отделение | <u>электронной инженерии</u> |

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

| Тема работы |
|---|
| Разработка технологии сборки и сварки переходника под кассеты для агрегата ТА43 ММ УДК 621.791.75.05:621.314.6 |

Обучающийся

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| 3-1В81 | Швецов Алексей Владимирович | | |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОЭИ ИШНКБ | Першина А.А. | к.т.н. | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОСГН | Рыжакина Т.Г. | к.э.н. | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор ООД | Федорчук Ю.М. | д.т.н. | | |

Нормоконтроль

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОЭИ | Дерюшева В.Н. | к.т.н. | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП, должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------------------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОЭИ | Першина А.А. | к.т.н. | | |

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

| Код компетенции | Наименование компетенции |
|---|---|
| Универсальные 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 безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций |
| УК(У)-9 | Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи |
| Общепрофессиональные компетенции | |
| ОПК(У)-1 | Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования |
| ОПК(У)-2 | Осознает сущности и значения информации в развитии современного общества |
| ОПК(У)-3 | Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации |
| ОПК(У)-4 | Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности |
| Профессиональные компетенции | |
| ПК(У)-1 | Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий |
| ПК(У)-2 | Способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств |

| | |
|-----------------|---|
| ПК(У)-3 | Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование |
| ПК(У)-4 | Способен 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)-5 | Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования |
| ПК(У)-6 | Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ |
| ПК(У)-7 | Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения |
| ПК(У)-8 | Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий |
| ПК(У)-9 | Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции |
| ПК(У)-16 | Способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки |
| ПК(У)-17 | Умеет обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов |
| ПК(У)-18 | Способен принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения |
| ПК(У)-19 | Способен участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности |
| ДПК(У)-1 | Способен контролировать соответствие основных и свариваемых материалов, сварочного и вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента, технологической документации, соблюдения технологической дисциплины и правильной эксплуатации технологического оборудования |
| ДПК(У)-2 | Способен составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, производить расчет производственной мощности и загрузки оборудования |
| ДПК(У)-3 | Способен изучать и анализировать причины возникновения брака и выпуска продукции низкого качества, участие в разработке мероприятий по их предупреждению и устранению |



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

| | |
|------------------------|--|
| Школа | <u>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</u> |
| Направление подготовки | <u>15.03.01 Машиностроение</u> |
| ООП/ОПОП | <u>Оборудование и технология сварочного производства</u> |
| Специализация | <u>Оборудование и технология сварочного производства</u> |
| Отделение | <u>электронной инженерии</u> |

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ А.А. Першина
(Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

| Группа | ФИО |
|--------|-----------------------------|
| 3-1В81 | Швецов Алексей Владимирович |

Тема работы:

| | |
|--|-------------------------|
| Разработка технологии сборки и сварки переходника под кассеты для агрегата ТА43 ММ | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | № 37-63/с от 06.02.2023 |

| | |
|--|------------|
| Срок сдачи обучающимся выполненной работы: | 20.05.2023 |
|--|------------|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|---|---|
| <p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p> | <p>Чертёж переходника под кассеты Материал конструкции сталь 30ХГСА по ГОСТ 4543-2016 Тип производства – единичный</p> |
| <p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <i>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы 2. Описание конструкции 3. Обоснование выбора сварки 4. Разработка технологии сборки и сварки <ol style="list-style-type: none"> 4.1. Заготовительные операции 4.2. Расчет параметров режима сварки 4.3. Выбор сварочного оборудования 4.4. Сборка и сварка 4.5. Выбор сварочного оборудования 4.6. Сварочные напряжения, деформации и методы борьбы с ними 5. Комплект технологической документации |

| | |
|---|--|
| Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i> | План раскроя заготовок Конструктивные элементы кромок Сборка конструкции Конструктивные элементы шва Схема выполнения сварных швов |
|---|--|

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

| Раздел | Консультант |
|---|--------------------------------------|
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Рыжакина Т.Г., к.э.н., доцент ОСНГ |
| Социальная ответственность | Федорчук Ю.М., д.т.н., профессор ООД |

| | |
|---|------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 03.02.2023 |
|---|------------|

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|--------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОЭИ | Першина А.А. | к.т.н. | | |

Задание принял к исполнению обучающийся:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| 3-1В81 | Швецов Алексей Владимирович | | |

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

| | |
|------------------------|--|
| Школа | <u>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</u> |
| Направление подготовки | <u>15.03.01 Машиностроение</u> |
| ООП/ОПОП | <u>Оборудование и технология сварочного производства</u> |
| Специализация | <u>Оборудование и технология сварочного производства</u> |
| Отделение | <u>электронной инженерии</u> |

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

| Группа | ФИО |
|--------|-----------------------------|
| 3-1В81 | Швецов Алексей Владимирович |

Тема работы:

| |
|--|
| Разработка технологии сборки и сварки переходника под кассеты для агрегата ТА43 ММ |
|--|

| | |
|--|------------|
| Срок сдачи обучающимся выполненной работы: | 20.05.2023 |
|--|------------|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|---|------------------------------------|
| 17.02.2023 | Обзор литературы | 10 |
| 28.02.2023 | Описание конструкции | 10 |
| 15.03.2023 | Обоснование выбора способа сварки Рекомендации по изготовлению конструкции | 10 |
| 30.03.2023 | Расчет параметров режима сварки Выбор сварочного оборудования | 10 |
| 05.04.2023 | Методы борьбы со сварочными деформациями | 10 |
| 20.04.2023 | План раскроя заготовок Заготовительные операции | 10 |
| 05.05.2023 | Сборочные операции | 10 |
| 15.05.2023 | Сварочные операции Контроль качества сварных соединений | 10 |
| 25.05.2023 | Комплект технологической документации | 10 |
| 01.06.2023 | Заключение | 10 |

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|--------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОЭИ | Першина А.А. | к.т.н. | | |

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|--------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОЭИ | Першина А.А. | к.т.н. | | |

Обучающийся

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| 3-1В81 | Швецов Алексей Владимирович | | |

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 71 с., 4 рис., 22 табл., 13 источников, 2 прил.

Ключевые слова: переходник под кассеты, ручная дуговая сварка, технология изготовления, технологический процесс, сборка и сварка.

Объектом разработки является переходник под кассеты.

Цель работы – разработать технологию изготовления переходника под кассеты.

В ходе работы проводились расчеты параметров режима дуговой сварки, разрабатывались технологические документы, изучались методики сборки и сварки.

В результате расчетов были получены оптимальные режимы сварки.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

Степень внедрения: конструкция внедрена в производство.

Область применения: аппараты для термической обработки сверл.

Описываемый в данной работе способ получения неразъемных соединений является экономически целесообразным и эффективным за счет универсальности и высокой степени распространения в машиностроительном производстве. Работа представлена введением, обзором литературы, описанием сварной конструкции, разработкой технологии сборки и сварки основания, финансовым менеджментом, ресурсоэффективностью и ресурсосбережением, социальной ответственностью и заключением, приведен список использованных источников.

В будущем планируется внедрить технологию в производство.

Актуальность выбранной темы заключается в том, что при сварке легированных сталей существует много проблем и нет технологии, которая позволяет учесть все, для решения этих проблем. Поэтому в данной работе

разработана оптимальная технология сборки и сварки переходника для кассет из стали 30ХГСА, которая учитывает практически все нюансы.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 11 |
| 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ..... | 12 |
| 1.1 Характеристика материала изделия..... | 12 |
| 1.2 Особенности сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей | 13 |
| 1.2.1 Свариваемость стали 30ХГСА..... | 14 |
| 1.3 Линии автоматической термической обработки сверл..... | 19 |
| 2 ОПИСАНИЕ СВАРНОЙ КОНСТРУКЦИИ..... | 21 |
| 3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ПЕРЕХОДНИКА ДЛЯ КАССЕТ АГРЕГАТА..... | 23 |
| 3.1 Выбор способа сварки..... | 23 |
| 3.2 Расчет параметров режима сварки..... | 25 |
| 3.3 Подбор сварочного оборудования..... | 28 |
| 3.4 Сварочные напряжения, деформации и методы борьбы с ними..... | 31 |
| 3.5 Заготовительные операции..... | 32 |
| 3.6 Контроль качества..... | 33 |
| 4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ..... | 36 |
| 4.1 Потенциальные потребители результатов разработки технологии..... | 36 |
| 4.2 Определение норм времени на сварку..... | 37 |
| 4.3 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки..... | 42 |
| 4.3.1 Затраты на сварочные материалы..... | 42 |
| 4.3.2 Затраты на защитный газ..... | 43 |
| 4.4.3 Затраты на заработанную плату рабочих..... | 44 |
| 4.4.4 Затраты на отчисления во внебюджетные фонды..... | 45 |
| 4.4.5 Затраты на электроэнергию..... | 46 |
| 4.4.6 Затраты на ремонт оборудования..... | 46 |
| 4.4.7 Текущие затраты и расчет себестоимости сварного шва..... | 47 |
| 5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ..... | 51 |
| 5.1 Производственная безопасность..... | 51 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.1.1 | Вредные факторы..... | 51 |
| 5.1.2 | Превышение уровней шума | 53 |
| 5.1.3 | Повышенный уровень электромагнитных излучений | 54 |
| 5.1.4 | Наличие токсикантов, (запыленность, загазованность), ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ | 55 |
| 5.1.5 | Недостаточная освещенность..... | 56 |
| 5.1.6 | Поражение электрическим током и УФ излучением | 60 |
| 5.2 | Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R _{заземления} , СКЗ, СИЗ;..... | 63 |
| 5.2.1 | Поражение электрическим током | 63 |
| 5.2.2 | Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения. | 64 |
| 5.2.3 | Работа на механическом оборудовании и слесарном инструменте, СКЗ, СИЗ..... | 66 |
| 5.3 | Экологическая безопасность..... | 67 |
| 5.4 | Безопасность в чрезвычайных ситуациях | 68 |
| | ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 70 |
| | СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 71 |
| | Приложение А | 72 |

ВВЕДЕНИЕ

Высокопрочные стали отличаются от обычных конструкционных сталей тем, что их прочность достигает уровня примерно вдвое выше благодаря оптимальному сочетанию химического состава и термической обработке. Современные технологические процессы постоянно совершенствуются и модернизируются. В настоящее время проектируются все более сложные конструкции, которые требуют особого внимания и строгих требований к выбору конструкционного материала. Одним из основных критериев является несущая способность, при этом стремятся уменьшить использование металла и повысить производительность технологического процесса. Однако все высокопрочные стали подвержены хрупкому разрушению, которое может происходить как при длительной, так и при кратковременной нагрузке. Хрупкое разрушение встречается в различных отраслях промышленности, включая авиастроение, судостроение, машиностроение, нефтехимическую и газодобывающую промышленность. Кроме того, данные стали имеют ограничения в отношении резки и сварки.

В сфере производства подъемно-транспортного оборудования все чаще используются высокопрочные материалы, такие как сталь 30ХГСА. Однако существующие технологии сборки и сварки имеют некоторые недостатки, связанные с закаливаемостью данной стали и особенностью расположения элементов конструкции. Поэтому целью данной работы является разработка технологии сборки и сварки основания из высокопрочной стали.

Задачи, поставленные перед исследованием, включают:

- изучение свойств стали 30ХГСА;
- выбор оптимального метода сварки для высокопрочной стали;
- выбор подходящих сварочных материалов;
- расчет параметров сварочного режима;
- выбор необходимого сварочного оборудования;
- разработка технологии сборки и сварки основания.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Характеристика материала изделия

Сталь 30ХГСА принадлежит к группе среднелегированных конструкционных сталей, которые характеризуются высокими прочностными свойствами ($\sigma_{\text{в}}=600-2000$ МПа) благодаря повышенному содержанию легирующих элементов и углерода. Эти свойства достигаются за счет прокаливаемости стали, увеличения прочности феррита и применения процессов закалки с последующим отпуском или нормализацией. Большинство среднелегированных сталей, предназначенных для сварных конструкций, принадлежит к перлитному классу. Эти стали сочетают в себе высокую прочность и специальные свойства, а также обладают устойчивостью и пластичностью против хрупкого разрушения. Из-за этих свойств среднелегированные конструкционные стали широко используются в ответственных конструкциях, работающих в тяжелых условиях в различных отраслях промышленности, таких как судостроение, энергомашиностроение, самолетостроение, тяжелое и химическое машиностроение [1]. Они применяются для улучшаемых деталей, таких как зубчатые колеса, корпуса обшивки, валы, оси, рычаги, фланцы, толкатели, крепежные детали, работающие при низких температурах, а также для ответственных сварных конструкций, которые работают при знакопеременных нагрузках, и лопаток компрессорных машин, работающих при температуре до 200°C.

Химический состав и механические свойства стали 30ХГСА приведены в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 30ХГСА ГОСТ 4543-71, %

| C | Si | Mn | Cr | Ni | Cu | S | P |
|-----------|---------|---------|---------|-----|-----|----------|----------|
| 0,28-0,34 | 0,9-1,2 | 0,8-1,1 | 0,8-1,1 | 0,3 | 0,3 | до 0,025 | до 0,025 |

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 30ХГСА при температуре 20°C

| $\sigma_{\text{в}}$, МПа | $\sigma_{\text{т}}$, МПа | δ_5 , % | ψ , % | ТО |
|---------------------------|---------------------------|----------------|------------|------------------|
| 1080 | 830 | 10 | 45 | закалка и отпуск |

1.2 Особенности сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей

Рассматриваемая группа сталей идеально подходит для различных видов сварки. Основные требования при сварке этих сталей включают достижение сопоставимой прочности сварного соединения с основным металлом, отсутствие дефектов, соответствие требуемым параметрам формы сварного шва, высокую производительность и экономичность. Для выполнения перечисленных требований в процессе сварки плавлением крайне важно правильно выбирать и использовать типовые сварочные материалы, параметры и техники [2].

При изготовлении сварных конструкций из этой группы сталей наиболее распространены низкоуглеродистые стали с содержанием углерода до 0,35%. Эти стали можно разделить на три группы, в зависимости от их предназначения. Для критически важных сварных конструкций обычно предпочитают стали группы сп, благодаря их гарантированному химическому составу и механическим свойствам. Кроме того, существуют низкоуглеродистые стали с повышенным содержанием марганца, производимые в высококачественном исполнении.

Все методы дуговой сварки имеют хорошие параметры свариваемости для этих сталей. Однако их механические свойства могут быть не максимально высокими в зоне термического влияния, что может привести к увеличению расхода металла и веса конструкций.

Низколегированные стали содержат определенное количество элементов, таких как Cr, Ni, Mo и V, обычно в диапазоне от 1% до 7%. К этой группе относятся хромистые стали (с содержанием до 5% Cr и 1% Mo) и никелевые стали (с содержанием до 5% Ni).

Низколегированные стали обычно легко поддаются сварке, однако необходимо учитывать условия эксплуатации, конфигурацию соединения и подгруппу материала. Эти стали можно сваривать с использованием

большинства технологических процессов, при условии принятия необходимых мер предосторожности для предотвращения дефектов. Важно знать состав материала; на основе анализа химического состава можно прогнозировать как состав влияет на свариваемость.

С увеличением содержания углерода или легирующих элементов сварка низколегированных сталей обычно усложняется из-за повышенной твердости и хрупкости зоны термического влияния. Также может возникнуть необходимость в послесварочной термической обработке таких соединений. Состав также важен для определения допустимых уровней остаточных элементов, таких как сера или фосфор, которые могут вызвать проблемы с ликвационными трещинами или охрупчиванием.

Для предотвращения образования водородных трещин при изготовлении сталей важно использовать процессы и расходные материалы с низким содержанием водорода, особенно при увеличении содержания углерода и легирующих элементов, а также при увеличении толщины сварного соединения. Послесварочная термическая обработка также может потребоваться для снижения уровня водорода в зоне сварного шва.

1.2.1 Свариваемость стали 30ХГСА

Свариваемость стали определяется ее способностью создавать высококачественное сварное соединение без дефектов, таких как поры или трещины, при сварке. Несколько факторов влияют на свариваемость металла, включая степень легирования, наличие примесей, кристаллическую решетку, физические и химические свойства и т.д.

Важными критериями свариваемости металлов являются:

- способность к сопротивлению образованию холодных и горячих трещин,
- соответствие сварного соединения эксплуатационным требованиям, включая прочность, вязкость, пластичность, коррозионную стойкость,

выносливость, ползучесть, жаростойкость и жаропрочность и др., а также чувствительность к образованию пор,

– чувствительность металла к тепловому воздействию при сварке, окисляемость металла при сварочном нагреве,

– способность стали сопротивляться образованию горячих трещин.

Количество углерода является основным фактором, влияющим на свариваемость, стали, и содержание углерода в стали определяет ее группу свариваемости. Низкоуглеродистые стали до 0,25% углерода свариваются без ограничений, среднеуглеродистые стали до 0,35% углерода – удовлетворительно, а ограничено свариваемые стали и трудносвариваемые стали содержат более высокий уровень углерода; более 0,45%.

Содержание серы в составе стали не должно превышать 0,05%, поскольку сера является вредной примесью. При контакте с железом сера образует сернистое железо Fe_2S_3 , которое имеет более низкую температуру плавления, чем сталь, и плохо растворяется в расплавленной стали. При кристаллизации, сернистое железо оседает между кристаллами металла сварного шва, что может привести к образованию горячих трещин.

Фосфор является одним из вредных элементов в составе сталей, и его содержание не должно превышать 0,05%. Когда фосфор соединяется с железом, образуется фосфористое железо, которое придает стали хладноломкость и делает ее очень хрупкой.

Содержание кремния в стали в диапазоне от 0,02% до 0,3% не оказывает особого влияния на свариваемость. Однако, если содержание кремния превышает 0,8-1,5%, процесс сварки затрудняется. Это связано с тем, что кремний образует тугоплавкие химические соединения при взаимодействии с металлом и повышает жидкотекучесть стали.

Обычно в стали содержание марганца составляет от 0,3% до 0,8%. При содержании до 1,5-2%, марганец не оказывает значительного влияния на свариваемость, но его наличие в стали может повысить ее механические свойства. Однако, если содержание марганца превышает 2%, существует

риск образования холодных трещин при сварке. Когда марганца в стали более 11%, он выгорает во время сварки и требует дополнительного восполнения через использование флюсов, электродного покрытия или других способов.

Хром входит в состав сталей, обычно не более чем на 0,3%. Если содержание хрома в стали менее 1%, то это не оказывает особого влияния на свариваемость. Однако, при повышенных концентрациях хрома, свариваемость стали ухудшается, поскольку образуются тугоплавкие оксиды Cr_2O_3 . Кроме того, в зоне термического воздействия повышается твёрдость из-за образования карбидов хрома Cr_3C_2 [3].

Сталь 30ХГСА относится к категории ограниченно свариваемых материалов, что делает сварку данной стали одной из наиболее сложных задач. Одной из основных проблем, с которыми приходится сталкиваться при сварке этого материала, является его склонность к образованию холодных трещин и закалке. Для предотвращения образования таких трещин необходимо использовать различные методы, включая предварительный подогрев и отпуск после сварки. Однако даже при выполнении всех этих мероприятий качество сварного соединения не всегда может быть гарантировано.

В частности, при сварке стали 30ХГСА имеется повышенная склонность к образованию трещин. Снижение внутренних послесварочных напряжений так же снижает вероятность образования трещин. Высокий отпуск после термической обработки (сварки) снимает внутренние напряжения; напряжения, связанные с искривлением мартенситной решётки, восстанавливая упругость и вязкость материала. Если промежуток времени между сваркой и термической обработкой значителен, то рекомендуется отпуск

Если на узлах из данного материала требуется выполнить большое количество швов, что приводит к образованию жесткой системы, то после сварки нескольких швов требуется провести промежуточный высокий

отпуск, который представляет нагрев конструкции до температуры на 50 °С ниже температуры завершающей обработки. Данная модель используется только для тех элементов конструкции, которые предназначены для последующей термической обработки.

Высокий отпуск применяется кратковременно и обоснован снижением ресурсных и временных затрат. Для получения наилучших свойств необходимо применение низкого отпуска при температуре 260 °С с выдержкой не менее 2 часов [4].

Для уменьшения образования горячих трещин, особенно деталей толщиной свыше 3 мм с жесткими контурами швов, применяют предварительный подогрев. Детали подогревают до 250—350 °С с поддержанием температуры на всем промежутке сварки. Подогревают поверхности на ширину свыше 100 мм от кромок, стараясь делать это максимально равномерно по периметру шва.

После сварки изделий из стали 30ХГСА с прочностным пределом 1100—1300 МПа применяется термическая обработка. Большие изделия изготавливаются из предварительно термически обработанных элементов [5].

При разработке сварной конструкции на этапе проектирования возникает необходимость оценить возможную потребность в подогреве перед сваркой при выборе марки стали.

Обосновать использование предварительного подогрева можно если оценить влияние термического цикла сварки на закалку в зоне термического влияния. Предварительный подогрев снижает скорость охлаждения и общую долю закалочных структур с внутренними напряжениями.

Расчет эквивалента углерода позволяет оценить свариваемость стали.

По формуле оценивают процентное соотношение в отношении к углероду. Если количество $C_{э} < 0,45\%$, то сталь относят к легко свариваемым, не требующий предварительный подогрев. Если значение выше, то подогрев требуется, причем чем выше $C_{э}$, тем выше температура подогрева.

Толщина металла так же влияет на максимально допустимый уровень $C_э$. Для тонких изделий (6-8 мм) и нежестких сварных узлов стали с $C_э < 0,55\%$ так же можно считать не требующими подогрев [6].

При расчете подогрева необходимо учитывать многие факторы, такие как толщина свариваемых элементов, параметры и режимы сварки, фазовый и структурный состав стали, тип соединения и др. Поэтому оценка закаливаемости стали эквивалентом углерода является косвенной.

Расчет эквивалента углерода для стали 30ХГСА произведём по формуле:

$$\sum C_{п} = C_э + C_p, \quad (1.1)$$

где $C_э$ – химический эквивалент углерода,

C_p – размерный эквивалент углерода.

$$C_э = 0,3 + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{0,025}{2} = 0,75 \%, \quad (1.2)$$

где C , Mn , Cr , Ni , Cu , P – процентное содержание легирующих элементов в металле шва.

$$C_э = 0,3 + \frac{1}{6} + \frac{1}{24} + \frac{1}{5} + \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{13} + \frac{0,025}{2} = 0,75 \%$$

Определим размерный эквивалент углерода:

$$C_p = 0,005 \cdot \delta \cdot C_э, \quad (1.3)$$

где δ – толщина свариваемой стали, мм.

$$C_p = 0,005 \cdot 6 \cdot 0,75 = 0,0225 \%$$

Таким образом полный эквивалент углерода составит:

$$\sum C_{п} = 0,75 + 0,0225 = 0,7725 \%$$

Для данной стали необходим предварительный подогрев перед сваркой. Назначаем подогрев в зонах сварки до 150-200 °С с поддержанием температуры.

1.3 Линии автоматической термической обработки сверл

Линии автоматической термической обработки сверл – это комплексное оборудование, предназначенное для автоматизированной термической обработки сверл. Обычно такие линии используются в промышленности для производства сверл с улучшенными свойствами, такими как повышенная твёрдость, прочность и износостойкость.

Одним из наиболее распространенных методов термической обработки сверл является закалка, которая позволяет повысить твёрдость и прочность сверл. В линиях автоматической термической обработки сверл применяются различные методы закалки, такие как индукционная, конвекционная и лазерная [7].

Одним из основных преимуществ линий автоматической термической обработки сверл является высокая производительность и повышенная точность обработки. Такие линии могут обрабатывать большое количество сверл за короткий промежуток времени, что позволяет сократить время производства и увеличить объемы производства.

Кроме того, линии автоматической термической обработки сверл обладают высокой степенью автоматизации, что позволяет снизить трудозатраты на производство и повысить качество обработки. Автоматизация процесса также позволяет уменьшить количество отходов и снизить затраты на производство.

Несмотря на то, что линии автоматической термической обработки сверл имеют ряд преимуществ, они также имеют и некоторые недостатки. Один из главных недостатков – это высокая стоимость оборудования. Кроме того, требуется высокая квалификация персонала для работы на таких линиях.

В целом, линии автоматической термической обработки сверл являются эффективным решением для промышленности, которая занимается производством сверл. Они обеспечивают высокую производительность,

автоматизацию и повышенную точность обработки, что позволяет улучшить качество продукции и снизить затраты на производство.

Важным аспектом использования линий автоматической термической обработки сверл является выбор правильного метода обработки. В зависимости от требуемых характеристик сверл, могут быть применены различные методы термической обработки, например, закалка с последующей отпусккой, многократная закалка и другие.

Кроме того, важно учитывать особенности конкретных материалов сверл, которые могут влиять на процесс термической обработки и требования к оборудованию. Например, для обработки сверл из высококачественных материалов, таких как твердосплавные сверла, может потребоваться специализированное оборудование и более сложный процесс обработки.

Важным аспектом является также контроль качества производимых сверл [8]. Линии автоматической термической обработки сверл могут быть оснащены различными средствами контроля качества, такими как микроскопы, измерительные приборы, системы автоматического контроля качества и т.д.

Для быстрой замены узлов агрегата, и соответственно смены режима термической обработки, существуют переходники.

2 ОПИСАНИЕ СВАРНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Общий вид переходника под кассеты представлен в приложении А.

Переходник преимущественно состоит из листового проката толщиной 6 мм. Исключение составляют верхние уголки 45x45x4 мм и рабочие пластины толщиной 8 мм.

Конструкция состоит из множества угловых, тавровых швов и одного стыкового шва, соединяющего уголки между собой.

Так как конструкция работает в непосредственной близости с печами нагрева для последующей термической обработки, в которых температурный режим 1250-1300 °С, для работы требуется увеличенная износостойкость и прочность при повышенных температурах. Материал переходника – сталь 30ХГСА позволяет получить эффект повышенной прочности и износостойкости.

По сравнению с другими сталями 30ХГСА имеет ряд преимуществ:

- малые габариты и меньшая масса при тех же механических характеристиках;

- высокие показатели термостойкости. Изделия способны воспринимать как достаточно высокие температуры (до 500 С°), так и низкие температуры (до -50 С°);

- большой срок службы, так как данная сталь менее подвержена коррозии и способна выдерживать большие нагрузки.

Конструкция изделия обладает наличием закрытых сварных швов, большие сварочные деформации и подразумевает высокую точность расположения элементов, поэтому необходимо повышать технологичность изготовления.

Так как конструкция обладает малой серийностью целесообразно собирать её на сварочном столе с использованием стандартных зажимов, опор, направляющих и т.д., нежели изготавливать индивидуальное приспособление.

Разработка технологической документации и, в том числе, технологического процесса изготовления переходника под кассеты агрегата автоматической термической обработки сверл позволит выполнить все швы конструкции, в том числе и закрытые, а также бороться с деформациями.

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ПЕРЕХОДНИКА ДЛЯ КАССЕТ АГРЕГАТА

3.1 Выбор способа сварки

Ручная дуговая сварка применяется практически везде: метод используется во всех отраслях промышленности для различного рода конструкций из черных и частично цветных металлов.

Для сварки конструкций из стали 30ХГСА используются сварочные электроды НИАТ-3М с покрытием, содержащим флюорит и кальций. Эти электроды применяются для сварки в любых положениях с использованием прямого постоянного тока и обладают хорошими сварочно-технологическими характеристиками: стабильность горения дуги, удовлетворительная, минимальное разбрызгивание (около 1-2 процентов), хорошая форма шва с мелкочешуйчатой поверхностью, легкое удаление шлаковой корки (в том числе из глубоких прослоек), низкая склонность к образованию пор и кристаллизационных трещин. Для сварки электродами НИАТ-3М рекомендуется использовать более короткую дугу. Поскольку покрытие электродов гигроскопично, рекомендуется их предварительно прокалить перед применением при температуре 300-350°С в течение часа. Поверхности, которые будут свариваться, должны быть тщательно очищены. После сварки соединения подвергаются термической обработке для достижения высокой прочности, включая закалку при 880°С и последующий низкий отпуск [9].

Ручная дуговая сварка обеспечивает ряд преимуществ, таких как высокая скорость, небольшое коробление и малая зона температурного влияния. Кроме того, с помощью использования специальных электродов с легирующими элементами в покрытии можно контролировать механические свойства наплавленного металла [10]. Однако процесс ручной дуговой сварки также имеет свои недостатки:

– вредные условия труда;

– трудности в получении высококачественного сварного шва при сварке тонкого материала из-за ограниченной возможности регулирования глубины проплавления металла и скорости плавления электрода;

– качество сварного шва зависит от опыта и квалификации сварщика;

– сравнительно низкая производительность и эффективность по сравнению с другими методами сварки.

Механизированная сварка плавящимся электродом в среде защитных газов является одним из альтернативных способов сварки. В качестве присадочного материала используется сварочная проволока диаметром от 1,4 до 2 мм, которая пропускается через токоведущий мундштук. Углекислый газ поступает в зону сварки, окружает сварочную дугу и сварочную ванну, защищая расплавленный металл от воздействия атмосферного воздуха.

Для уменьшения зоны термического влияния и объема сварочной ванны необходимо тщательно выбирать оптимальные параметры сварки. При выполнении многослойной сварки следует дожидаться остывания предыдущего слоя перед выполнением последующего шва. Для ускорения охлаждения можно применять обдув. Сварку проводят с использованием постоянного тока обратной полярности. Рекомендуется выбирать сварочные проволоки с химическим составом, близким к основному металлу. Например, для сварки стали 30ХГСА рекомендуется использовать проволоку Св-18ХГСА [11].

Сварка в смеси углекислого газа с добавлением аргона ($\text{CO}_2+2\%\text{Ar}$) обладает следующими основными преимуществами [12]:

– обеспечивает высокое качество сварного шва.

– обладает высокой производительностью по сравнению с ручной дуговой сваркой благодаря использованию высокой плотности тока ($100\ldots 200 \text{ А/мм}^2$), что позволяет получать высококачественные сварные соединения из различных металлов.

– предоставляет лучшие условия труда по сравнению с ручной дуговой сваркой.

– в отличие от сварки под слоем флюса, позволяет наблюдать процесс горения дуги и формирования сварного шва, что особенно важно при механизированной сварке.

– позволяет выполнять сварку в любом пространственном положении.

Однако, к недостаткам можно отнести возможность сдувания струи газа при ветре или сквозняке, что может ухудшить защитные свойства газа и качество сварного шва.

За счет дешевизны оборудования и единичного производства назначаем ручную дуговую сварку покрытыми электродами.

3.2 Расчет параметров режима сварки

В расчет режима сварки входят основные параметры сварочного процесса. Параметры определяют геометрию и качество сварного шва. В расчетные параметры входят: диаметр электрода, параметры дуги (ток, напряжение, полярность и тип), поперечное сечение шва и количество проходов.

Для определения сварочных режимов используем рекомендациями, изложенными в соответствующем методическом указании [13].

Для данного соединения необходимо использовать разделку кромок и сварку У5 по ГОСТ 5264-80 представленный на рисунке 3.1.

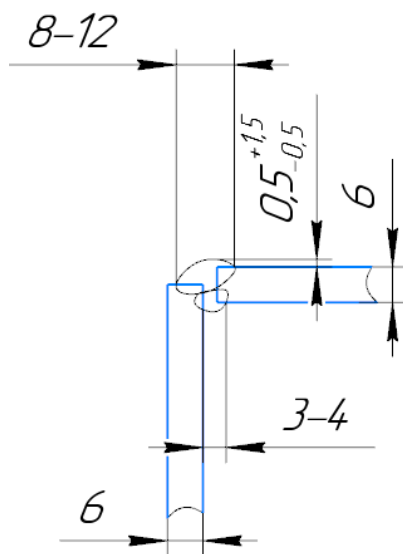


Рисунок 3.1 – Разделка кромок и размеры сварного шва У5 ГОСТ 5264-80

Для заданной толщины 6 мм значения $e = 8...12$ мм, $g = 0...2$ мм и катет подварочного шва $k = 3...4$ мм.

Выберем рекомендованный для данной толщины диаметр электрода 2,5 мм, это позволит обеспечить достаточный провар основного металла и увеличить производительность процесса.

Рассчитаем площадь наплавленного металла:

$$F_H = (S \cdot b) + (S - c) \cdot ((S - c) \cdot \tan \alpha) + (0.75 \cdot e \cdot g)$$

$$= 6 \cdot 2 + \frac{(6 - 1)^2 \cdot \operatorname{tg} 45^\circ}{2} + 0,75 \cdot 12 \cdot 2 = 23,5 \text{ мм}^2. \quad (3.1)$$

Площади сечения для корневого и заполняющих слоёв:

$$F_1 = (6 \dots 8)d_э = (6 \dots 8) \cdot 2,5 = 15 \dots 20 \text{ мм}^2, \quad (3.2)$$

$$F_n = (8 \dots 12)d_э = (8 \dots 12) \cdot 2,5 = 20 \dots 30 \text{ мм}^2.$$

Количество проходов будет определяться из зависимости:

$$n_{min} = \frac{F_H - F_1}{F_H} + 1 = \frac{23,5 - 20}{23,5} + 1 = 0,15, \quad (3.3)$$

$$n_{max} = \frac{F_H - F_1}{F_H} + 1 = \frac{23,5 - 15}{23,5} + 1 = 1,36. \quad (3.4)$$

Принимаем количество проходов равное 2.

Электроды марки НИАТ-3М относятся к электродам с основным типом покрытия. Следовательно, для электродов диаметром 2,5 мм допустимая плотность тока равна 12,5 А/мм². Тогда сила тока:

$$I_{CB} = \frac{\pi \cdot d_э^2}{4} \cdot j = \frac{3,14 \cdot 2,5^2}{4} \cdot 12,5 = 77 \text{ А}. \quad (3.5)$$

Напряжение на дуге определим из следующей зависимости:

$$U_d = 20 + 0,04 \cdot I_{CB} = 20 + 0,04 \cdot 77 = 23 \text{ В}. \quad (3.6)$$

Определим скорость сварки:

$$V_{CB1} = \frac{\alpha_H \cdot I_{CB}}{\gamma \cdot F_1} = \frac{9,5 \cdot 77}{8100000 \cdot 0,000028} = 670 \frac{\text{см}}{\text{ч}}, \quad (3.7)$$

$$V_{CBn} = \frac{\alpha_H \cdot I_{CB}}{\gamma \cdot F_n} = \frac{9,5 \cdot 160}{8100000 \cdot 0,000040} = 470 \frac{\text{см}}{\text{ч}}.$$

Определим погонную энергию:

$$q_{п1} = \frac{I_{св} \cdot U_{д} \cdot \eta_{и}}{V_{св1}} = \frac{160 \cdot 26 \cdot 0,7}{670} = 4,35 \frac{\text{Вт} \cdot \text{см}}{\text{см}}, \quad (3.8)$$

$$q_{пn} = \frac{I_{св} \cdot U_{д} \cdot \eta_{и}}{V_{свn}} = \frac{160 \cdot 26 \cdot 0,7}{470} = 6,2 \frac{\text{Вт} \cdot \text{см}}{\text{см}}.$$

Назначаем обратную полярность на постоянном токе, это увеличивает проплавляющее действие дуги, уменьшает возможность возникновения подрезов, исключает образование вытянутой полой поры в обратном валике.

Второй тип соединения – с разделкой кромок и сваркой ТЗ по ГОСТ 5264-80 представленный на рисунке 3.2.

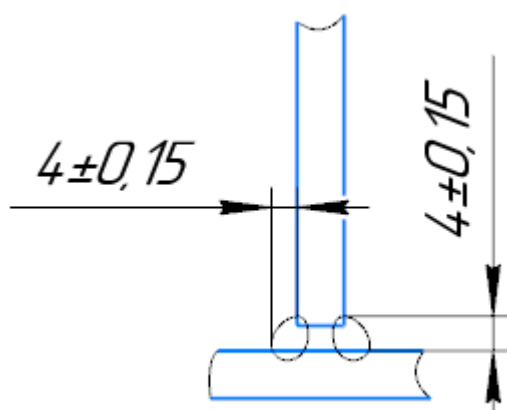


Рисунок 3.2 – Разделка кромок и размеры сварного шва ТЗ ГОСТ 5264-80

Для заданной толщины 6 мм значения (одной стороны) катета шва $k = 4 \pm 0,15$ мм.

Выберем рекомендованный для данной толщины диаметр электрода 2,5 мм, это позволит обеспечить достаточный провар основного металла и увеличить производительность процесса.

Рассчитаем площадь наплавленного металла по формуле:

$$F_{н} = 0,75 \cdot k^2 = 0,75 \cdot 4,15^2 = 12,9 \text{ мм}^2. \quad (3.9)$$

Площади сечения для корневого и заполняющих слоёв (3.2):

$$F_1 = (6 \dots 8) \cdot 2,5 = 15 \dots 20 \text{ мм}^2,$$

$$F_n = (8 \dots 12) \cdot 2,5 = 15 \dots 20 \text{ мм}^2.$$

Количество проходов будет определяться из зависимости (3.3 и 3.4):

$$n_{min} = \frac{12,9 - 20}{12,9} + 1 = 0,5,$$

$$n_{max} = \frac{F_H - F_1}{F_n} + 1 = \frac{12,9 - 15}{12,9} + 1 = 0,84.$$

Принимаем количество проходов равное 1 с каждой стороны.

Электроды марки НИАТ-3М относятся к электродам с основным типом покрытия. Следовательно, для электродов диаметром 2,5 мм допустимая плотность тока равна 12,5 А/мм². Тогда сила тока (3.5):

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 2,5^2}{4} \cdot 12,5 = 77 \text{ А.}$$

Напряжение на дуге определим из следующей зависимости (3.6):

$$U_d = 20 + 0,04 \cdot 77 = 23 \text{ В.}$$

Определим скорость сварки (3.7):

$$V_{св 1} = \frac{9,5 \cdot 77}{8100000 \cdot 0,000028} = 670 \frac{\text{см}}{\text{ч}},$$

$$V_{св n} = \frac{9,5 \cdot 160}{8100000 \cdot 0,000040} = 470 \frac{\text{см}}{\text{ч}}.$$

Определим погонную энергию (3.8):

$$q_{п 1} = \frac{160 \cdot 26 \cdot 0,7}{670} = 4,35 \frac{\text{Вт} \cdot \text{см}}{\text{см}},$$

$$q_{п n} = \frac{160 \cdot 26 \cdot 0,7}{470} = 6,2 \frac{\text{Вт} \cdot \text{см}}{\text{см}}.$$

3.3 Подбор сварочного оборудования

Для ручной дуговой сварки применяется сварочный инвертор FroniusTransPocket1500 TIG.

Сборка осуществляется на специальном сборочно-сварочном столе. В разрабатываемом варианте этот стол и сварочный инвертор FroniusTransPocket1500 TIG (рисунок 3.3) будут использоваться в качестве приспособлений для сборки. Для сборки изделия применяется универсальное приспособление с использованием скоб, клиньев, струбцин и прижимов. Сварка изделия выполнялась на сварочной плите, а для фиксации балки

использовались также универсальные прижимы, струбины и другие средства.



Рисунок 3.3 – Сварочный инвертор FroniusTransPocket1500 TIG

Таблица 1.3 – Основные характеристики установки для аргодуговой сварки вольфрамовым электродом FroniusTransPocket1500 TIG

| | |
|--|-------------|
| Напряжение в сети, В | 230 |
| КПД, % | 86,8 |
| Потребляемая мощность, кВт | 6,3 |
| Диапазон регулирования сварочного тока, А | 5-220 |
| Продолжительность нагрузки (ПН), % при I=250 А | 60 |
| Максимальная толщина свариваемой стали, мм | 12 |
| Рабочее напряжение WIG/TIG, В | 10,4-16 |
| Рабочее напряжение MMA, В | 20,4-25,6 |
| Габаритные размеры, мм | 460x230x325 |
| Масса, кг | 4,7 |

TransPocket 1500 TIG – это сварочный аппарат с полностью цифровым управлением сварочной дуги, оснащенный функцией "умного резонанса" (Resonant Intelligence) и способностью проводить сварку вольфрамовым электродом в аргоновой среде (TIG). Автоматические функции, такие как Anti-stick, Hot Start, Arc Force, а также превосходные характеристики на выходе, обеспечивают стабильную и высококачественную дугу даже при использовании питающих кабелей длиной до 100 метров и при колебаниях питающего напряжения.

Сварочный аппарат Fronius TransPocket 1500 представляет собой уникальное промышленное устройство для сварки, представляющее собой

развитие нового поколения сварочных выпрямителей. Производимый австрийской компанией FRONIUS и имеющий вес всего 4,7 кг, TransPocket 1500 применяется как для монтажных и ремонтных работ, так и для изготовления металлоконструкций и строительства трубопроводов в условиях тяжелой промышленности.

Инверторный сварочный аппарат с полностью цифровым управлением, используемый для ручной дуговой сварки покрытыми электродами и аргонодуговой TIG сварки. Благодаря технологии resonant intelligence, он обеспечивает стабильное горение сварочной дуги, даже при использовании питающих кабелей длиной до 100 метров и при колебаниях сетевого напряжения.

Сварочный аппарат имеет компактные размеры, но разработан и изготовлен с учетом надежности работы в самых тяжелых условиях. Корпус, выполненный из металлических листов, окрашенных методом напыления, защищает элементы панели управления, которые обрамлены пластмассовой рамой. Разъемы для подключения сварочных кабелей также отвечают самым высоким требованиям. Прикрепленный ремень позволяет легко переносить аппарат как внутри цеха, так и на строительных площадках.

Fronius TransPocket 1500 обеспечивает возможность сварки электродами диаметром до 4 мм, включая электроды с целлюлозным покрытием.

Преимущества сварочного аппарата:

- обеспечена высокая надежность работы;
- укреплена конструкция и корпус для повышенной устойчивости к механическим повреждениям;
- проведены всесторонние испытания в экстремальных условиях в процессе производства;
- встроенный пылеулавливающий фильтр, который активируется только при нагреве и необходимости охлаждения;

- оптимальные сварочные характеристики, которые мгновенно адаптируются к изменениям во время сварки;
- соответствие всем стандартам, включая IEC / EN 60974-1 (сварочные аппараты), EN 50199 (электромагнитная совместимость), UL 551 и CSA 22.2-60;
- гарантированное надежное зажигание и стабильность дуги;
- специальные функции, предназначенные для сварки целлюлозными электродами;
- встроенные функции hot start, anti-stick и arc force.

3.4 Сварочные напряжения, деформации и методы борьбы с ними

Сварка может вызвать появление собственных напряжений в деталях. Эти собственные напряжения приводят к значительным деформациям детали и снижению ее работоспособности. Основные причины возникновения деформаций и напряжений, следующие:

- при быстром охлаждении происходят структурные изменения, когда перлитно-ферритная или аустенитная структура околошовной зоны переходит в мартенситную, объем которой больше объема исходной структуры;
- неравномерный нагрев металла. Местный нагрев металла в зоне сварки до высокой температуры, а затем его быстрое охлаждение приводят к образованию тепловых напряжений;
- линейная усадка наплавленного металла. При затвердевании металл уменьшается в объеме, но так как он связан с основным металлом детали, то в переходной зоне возникают внутренние напряжения растяжения.

Для уменьшения собственных напряжений перед сваркой и после нее используется нагрев детали из стали 30ХГСА и медленное охлаждение. Предварительный нагрев применяется для сокращения тепловых и усадочных напряжений, а медленное охлаждение необходимо для

предотвращения структурных изменений, особенно в околошовной зоне. Кроме того, в течение 8 часов после сварки детали из стали 30ХГСА должны быть закалены и отпущены. Закалка осуществляется путем нагрева до 880 градусов Цельсия, а затем охлаждения в масле при температуре от 20 до 50 градусов. Отпуск проводится путем нагрева до 400-600 градусов, а затем охлаждения в горячей воде. Сам процесс сварки стали 30ХГСА должен быть быстрым, без задержки пламени горелки в одном месте, чтобы избежать выгорания легирующих добавок. Для нагрева деталей перед использованием могут быть применены различные методы, такие как использование индукторов, газовых горелок с одним или несколькими пламенями, специальных печей и других устройств. Однако введение предварительного нагрева, отпуска и термообработки значительно усложняет технологический процесс и, следовательно, снижает производительность.

3.5 Заготовительные операции

Операции по заготовке выполняются для предварительной подготовки деталей с целью обеспечения высокого качества сборки и сварки. Они включают в себя следующие этапы:

- разметочная операция;
- резка материала;
- правка деталей;
- очистка поверхностей;
- обработка деталей.

Первым шагом является выбор подходящего проката для изготовления основания. Согласно стандарту ГОСТ 19903-2015 и геометрическим требованиям для заготовки, выбираем листовой прокат.

Из листов вырезаются заготовки согласно размерам детали, с учетом припусков на обработку, усадку и т.д. Для повышения производительности листы толщиной 6 и 8 мм; резка будет производиться с помощью аппарата

плазменной резки FUBAG PLASMA 65 T. План раскроя изображен на ФЮРА.20190.001 и ФЮРА.20190.002.

После плазменной резке торцы заготовок нуждаются в обработке. Так как детали имеют прямолинейную форму, то обработку их лучше всего производить углошлифовальной машинкой.

Уголки нарезаются на ленточнопильном станке MetalMaster BSM-812 17972.

3.6 Контроль качества

Согласно СТО 9701105632-003-2021 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю», проводится проверка материала при входном контроле. В этом процессе проверяется сертификат, содержащий информацию о марке, стали, габаритных размерах изделия, химическом составе и содержании вредных примесей. Перед сборкой осуществляется проверка фактического состояния изделий, выявляются недопустимые забоины и царапины. Кроме того, проверяется состояние изделий после сборки и сварки.

Методику проведения визуального и измерительного контроля регламентируют: СТО 9701105632-003-2021 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю», ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением», ГОСТ 8.051-81 «Государственная система обеспечения единства измерений. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм».

Полученные дефекты по результатам ВИК нужно классифицировать согласно ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012 "Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением " и оценить (допустимый или нет) его согласно ГОСТ Р ИСО 5817-2021 "Сварные соединения из стали, никеля, титана и их сплавов,

полученные сваркой плавлением (исключая лучевые способы сварки). Уровни качества"

Существует множество методов контроля сварных соединений на наличие дефектов, и для данного основания будет выбран капиллярный метод контроля. Этот метод позволяет обнаружить дефекты сварного шва при доступе только с одной стороны поверхности шва. Капиллярный метод контроля, проводимый с использованием цветных материалов, регулируется согласно ГОСТ 18442-80 "Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования".

Данный стандарт содержит общую информацию и область применения метода, перечень используемых дефектоскопических материалов, описание этапов контроля, а также устанавливает порог чувствительности метода. Класс чувствительности, объем, периодичность и нормы оценки качества контроля устанавливаются разработчиком объекта контроля или контролируемого материала в соответствии с этим стандартом.

Перед началом проведения контроля, нужно убедиться в наличии освещенности контролируемых поверхностей, достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк. Согласно СТО 9701105632-003-2021 детали должны иметь шероховатость не более Ra 12,5 (Rz 80). Поскольку деталь принимает большие динамические нагрузки, то она должна контролироваться по уровню качества В ГОСТ Р ИСО 5817-2021. Таким образом, к недопустимым дефектам сварного шва относятся трещины, несплавления, прожоги, поверхностные поры, кратерные раковины, неполные проплавления в корне шва, подрезы корня шва, натёки, вогнутость обратной стороны шва, пористость в корне шва, недостаточная толщина шва, брызги металла, усадочные раковины, а также выпуклость шва более 3 мм, неправильная геометрия углового шва с углом более 110°, чрезмерная толщина шва более 3 мм, каверны более 2 мм, линейные смещения больше 0,3 мм.

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

Студенту:

| | |
|---------------|-----------------------------|
| Группа | ФИО |
| 3-1В81 | Швецов Алексей Владимирович |

| | | | |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|------------------------------|
| Институт | ИШНКБ | Кафедра | Электронной инженерии |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 15.03.01 «Машиностроение» |

| | |
|---|---|
| Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»: | |
| <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами. |
| <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | - районный коэффициент- 1,3; - премиальный коэффициент – 0.3; - накладные расходы – 16% |
| <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | В соответствии с налоговым кодексом Российской Федерации. Отчисления во внебюджетные фонды – 30,2 % |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | Анализ потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, оценка готовности проекта к коммерциализации |
| <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i> | Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта. Определение затрат на проектирование (смета затрат) |
| <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i> | Расчет интегрального показателя эффективности проекта |
| Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): | |
| <i>Оценка конкурентоспособности технических решений Матрица SWOT Альтернативы проведения НИ График проведения и бюджет НИ Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i> | |

| | |
|---|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 03.02.2023 |
|---|------------|

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|------------------|---------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент ОСГН | Рыжакина Т.Г. | К.Э.Н. | | |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|-----------------------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 3-1В81 | Швецов Алексей Владимирович | | |

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данном разделе необходимо определить экономическую целесообразность сварки переходника под кассеты ручной дуговой сваркой покрытыми электродами и сваркой плавящимся электродом в среде защитных газов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов технического проектирования;
- провести расчет норм времени на сварку;
- рассчитать смету технического проекта.

4.1 Потенциальные потребители результатов разработки технологии

Суть работы заключается в разработке процесса ручной дуговой сварки переходника под кассеты. Сегментируем рынок потребления продукции в зависимости от отрасли, размера компании. Карта представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Карта сегментирования по отраслям промышленности

| Параметр | | Отрасль | | |
|-------------------------------|---------|-----------------------|--------------|----------|
| | | Металлообрабатывающая | Коммунальная | Серийная |
| Размер компании | Крупные | + | | + |
| | Средние | | + | + |
| | Мелкие | | + | |
| Уровень потребления продукции | Высокий | + | | + |
| | Средний | | + | |
| | Низкий | | | |

Из таблицы 4.1 видно, что основными сегментами являются крупные и средние компании металлообрабатывающей отрасли с высоким и средним уровнем использования на объектах закалки инструмента. Следовательно,

ЭТИ КОМПАНИИ ЯВЛЯЮТСЯ НАИБОЛЕЕ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫМИ В РЕЗУЛЬТАТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ.

4.2 Определение норм времени на сварку

В данном разделе производится экономическая оценка двух сравниваемых способов сварки (ручной дуговой сварки (РДС) и полуавтоматической сварки (ПС)) при сборке и сварке переходника под кассеты.

Определение норм времени для ручной дуговой и комбинированной сварки производится по методике описанной в (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Основное время для ручной дуговой сварки

| Исходные данные | Сравниваемые процессы | |
|---|-----------------------|------|
| | РДС | ПС |
| F_n – площадь наплавленного металла, мм ² | 126 | 126 |
| γ – плотность наплавляемого металла, г/см ³ | 7,8 | 7,8 |
| $I_{св}$ – сварочный ток, А | | |
| 1 проход | 90 | 180 |
| 2 проход | 160 | 210 |
| 3 проход | 160 | 210 |
| 4 проход | 160 | 210 |
| 5 проход | 160 | 210 |
| α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч | 9,5 | 11,9 |

Определение основного времени на сварку производится по формуле:

$$t_0 = \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_{св} \cdot \alpha_n}, \quad (4.1)$$

где F_n – площадь наплавленного металла, мм²;

γ – плотность наплавляемого металла, г/см³;

$I_{св}$ – сварочный ток, А;

α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч.

Подставляем значения в формулу (4.1) и получаем для ПС:

$$t_0 = \frac{7,8 \cdot 60}{9,5} \cdot \left(\frac{25}{90} + \frac{25}{160} + \frac{25}{160} + \frac{25}{160} + \frac{25}{160} \right) = 45 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (4.1) и получаем для РДС:

$$t_0 = \frac{7,8 \cdot 60}{11,9} \cdot \left(\frac{25}{180} + \frac{25}{210} + \frac{25}{210} + \frac{25}{210} + \frac{25}{210} \right) = 24 \text{ мин.}$$

Разница во времени основной сварки между РДС и ПС составляет 21 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 47 %.

Необходимые данные для расчета значений времени $t_{в.ш.}$, $t_{вмз}$ а также коэффициента $k_{об}$ для ручной дуговой получены из (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

| Элементы работы | РДС | ПС |
|--|------|------|
| Очистка перед сваркой свариваемых кромок от налета, ржавчины и осмотр, мин | 0,5 | 0,5 |
| Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла, мин | 0,4 | 0,2 |
| Откусывание огарков проволоки, мин | - | 0,1 |
| Установка и смена электродов, мин | 0,39 | - |
| Осмотр и промер шва, мин | 0,3 | 0,3 |
| Удаление остатка проволоки из головки полуавтомата. Смена кассеты. Подача проволоки в головку. | - | 0,25 |
| Всего | 1,59 | 1,35 |

Разница во вспомогательном времени сварки между РДС и ПС составляет 0,24 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 15 %.

Расчетные данные для вспомогательного времени, связанного с изделием и работой оборудования представлено в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования

| Элементы работы | РДС | ПС |
|-------------------------------|-------|-------|
| Время на установку, мин | 7,4 | 7,4 |
| Снятие и транспортировка, мин | 6,4 | 6,4 |
| Перемещение сварщика, мин | 0,2 | 0,2 |
| Клеймение шва, мин | 0,21 | 0,21 |
| Всего | 14,21 | 14,21 |

Разница во вспомогательном времени сварки между РДС и ПС, отсутствует.

Расчетные данные для подготовительно-заключительного времени, представлено в таблице 4.5.

Определение штучного времени сварки производится по формуле:

$$T_{ум} = [(t_0 + t_{ви}) \cdot l + t_{ви}] \cdot K_{об}, \quad (4.2)$$

Таблица 4.5 – Подготовительно-заключительное время, связанное с наладкой и переналадкой оборудования

| Элементы работы | РДС | ПС |
|---|-----|----|
| Получение производственного задания, указаний и инструктажа от мастера и его сдача, мин | 6 | 6 |
| Ознакомление с работой, мин | 4 | 5 |
| Подготовка к работе баллона с газом, подключение и продувка шлангов, мин | - | 4 |
| Установка, настройка и проверка режимов, мин | - | 3 |
| Подготовка рабочего места к работе, мин | 4 | 7 |
| Сдача работы, мин | 3 | 3 |
| Итого | 17 | 28 |

Разница в подготовительно-заключительном времени между РДС и ПС, составляет 11 мин, что в процентном соотношении дает увеличение времени на 39 %.

Расчетные данные для штучного времени, представлено в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Штучное время

| Исходные данные | РДС | ПС |
|---|-------|-------|
| t_0 – основное время на сварку, мин/м | 45 | 24 |
| $t_{ви}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым швом на 1 пог. м шва, мин | 1,59 | 1,35 |
| l – длина шва $l = \pi \cdot d$ | 3,2 | 3,2 |
| Исходные данные | РДС | ПС |
| t_0 – основное время на сварку, мин/м | 45 | 24 |
| $t_{ви}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым швом на 1 пог. м шва, мин | 1,59 | 1,35 |
| l – длина шва $l = \pi \cdot d$ | 3,2 | 3,2 |
| $t_{виз}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым изделием, мин | 14,21 | 14,21 |
| $K_{об}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности | 1,1 | 1,12 |

где t_0 – основное время на сварку одного погонного метра шва, мин/м;

$t_{ви}$ – вспомогательное время, зависящее от длины шва, в расчете на погонный метр, мин/м;

l – протяженность сварочного шва данного типоразмера, м;

$t_{\text{виз}}$ – вспомогательное время, зависящее от свариваемого изделия и типа сварочного оборудования, мин/изделие;

$k_{\text{об}}$ – коэффициент, учитывающий время обслуживания рабочего места и время на отдых и личные надобности (на автоматическую сварку – 1,15; на механизированную – 1,12; на ручную – 1,10);

Подставляем значения в формулу (4.2) и получаем для РДС:

$$T_{\text{шт}} = [(45+1,59) \cdot 3,2 + 14,21] \cdot 1,1 = 180 \text{ мин}$$

Подставляем значения в формулу (4.2) и получаем для ПС:

$$T_{\text{шт}} = [(24+1,35) \cdot 3,2 + 14,21] \cdot 1,12 = 107 \text{ мин}$$

Разница в штучном времени сварки между РДС и ПС составляет 73 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 41 %.

Расчетные данные для определения количества свариваемых швов за смену, представлено в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Количество сваренных швов в рабочую смену

| Исходные данные | РДС | ПС |
|--|-----|-----|
| $T_{\text{см}}$ – продолжительность одной рабочей смены, ч | 8 | 8 |
| $T_{\text{шт}}$ – штучное время, мин | 180 | 107 |

Определение размера партии производится по формуле:

$$n = \frac{T_{\text{см}} \cdot 60}{T_{\text{шт}}}, \quad (4.3)$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность одной рабочей смены, ч;

$T_{\text{шт}}$ – штучное время, мин.

Подставляем значения в формулу (4.3) и получаем для РДС:

$$n = \frac{8 \cdot 60}{180} \approx 2,7 \text{ шт.}$$

Подставляем значения в формулу (4.3) и получаем для ПС:

$$n = \frac{8 \cdot 60}{107} \approx 4,5 \text{ шт.}$$

Разница в размере партии между РДС и ПС, составляет 1,8 шт, что в процентном соотношении дает увеличение количества на 40 %.

Расчетные данные для определения штучно – калькуляционного времени, представлено в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Штучно-калькуляционное время

| Исходные данные | РДС | ПС |
|--|-----|-----|
| $T_{шт}$ – штучное время, мин | 180 | 107 |
| $t_{пз}$ – подготовительно – заключительное время, мин | 17 | 28 |
| n – размер партии, шт | 2,7 | 4,5 |

Для дуговой сварки в условиях серийного производства норма времени рассчитывается по формуле:

$$T_{ук} = T_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{n}, \quad (4.4)$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин;

$t_{п.з.}$ – подготовительно заключительное время;

n – размер партии.

Подставляем значения в формулу (4.4) и получаем для РДС:

$$T_{ук} = 180 + \frac{17}{2,7} = 186 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (4.4) и получаем для ПС:

$$T_{ук} = 107 + \frac{28}{4,5} = 113 \text{ мин.}$$

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РДС и ПС, составляет 73 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 39 %.

Расчетные данные для определения массы наплавленного металла, представлены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Масса наплавленного металла шва

| Исходные данные | РДС | ПС |
|---|-----|-----|
| F_n – площадь наплавленного металла, мм ² | 126 | 126 |
| L – длина шва, м | 3,2 | 3,2 |
| γ – плотность наплавленного металла, г/см ³ | 7,8 | 7,8 |

Определение массы наплавленного металла шва производится по формуле:

$$G_n = F \cdot l \cdot \gamma, \quad (4.5)$$

где F – площадь наплавленного металла, мм²;

l – длина шва, м;

γ – плотность наплавляемого металла.

Подставляем значения в формулу (4.5) и получаем для РДС:

$$G_n = 126 \cdot 3,2 \cdot 7,8 = 3,1 \text{ кг.}$$

Подставляем значения в формулу (4.5) и получаем для ПС:

$$G_n = 126 \cdot 3,2 \cdot 7,8 = 3,1 \text{ кг.}$$

Разница массе наплавленного металла между РДС и ПС отсутствует.

4.3 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

Рассматривается возможность изготовления сварного изделия с использованием альтернативных способов и средств сварки, которыми располагает предприятие и когда необходимо выбрать лучший процесс. В подобной ситуации выбор лучшего решения должен осуществляться на основе текущих затрат. При их определении во внимание следует принимать лишь релевантные затраты, то есть такие, которые будут различаться в сравниваемых вариантах и которые могут повлиять на выбор лучшего варианта.

Текущие затраты на сварочные работы состоят из следующих пунктов:

- сварочные материалы;
- основная зарплата;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- электроэнергия;
- ремонт оборудования.

4.3.1 Затраты на сварочные материалы

Основные данные по затратам на сварочные материалы представлены в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Затраты на сварочные материалы

| Исходные данные | РДС | ПС |
|---|-----|------|
| g_{HM} – масса наплавленного металла, кг/изд | 3,1 | 3,1 |
| k_n – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла | 1,6 | 1,08 |
| C_{CM} – цена электродов, руб/кг НИАТ-3М | 440 | - |
| C_{CM} – цена сварочной проволоки, руб/кг | - | 420 |

Определение затрат на сварочные материалы производится по формуле:

$$C_{CM} = g_{HM} \cdot k_n \cdot C_{CM}, \quad (4.6)$$

где g_{HM} – масса наплавленного металла, кг/изд;

k_n – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла;

C_{CM} – цена электродов/ электродной проволоки, руб/кг.

Подставляем значения в формулу (4.6) и получаем для РДС с Р:

$$C_{CM} = 3,1 \cdot 1,6 \cdot 440 = 1282 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (4.6) и получаем для РДС без Р:

$$C_{CM} = 3,1 \cdot 1,08 \cdot 420 = 1406 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на сварочные материалы между РДС и ПС, составляет 2675 руб, что в процентном соотношении дает уменьшение затрат на 55 %.

4.3.2 Затраты на защитный газ

Основные данные по затратам на защитный газ представлены в таблице 4.11.

Определение затрат на защитный газ производится по формуле:

$$C_{газ} = g_{газ} \cdot t_0 \cdot l \cdot C_{газ}, \quad (4.7)$$

где $g_{газ}$ – норма расхода газа, л/мин;

t_0 – основное время на сварку, мин/м;

l – длина сварного шва, м/издел;

$C_{газ}$ – цена за единицу газа руб/л.

Таблица 4.11 – Затраты на защитный газ

| Исходные данные | РДС | ПС |
|---|-----|-------|
| $g_{газ}$ – норма расхода газа, л/мин | - | 15 |
| t_0 – основное время на сварку, мин/м | - | 24 |
| l – длина сварного шва, м/издел | - | 3,2 |
| Цгаз - цена за единицу газа руб/л | - | 0,033 |

Подставляем значения в формулу (4.7) и получаем для автоматической сварки:

$$C_{газ} = 0,033 \cdot 15 \cdot 3,2 \cdot 24 = 38 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на защитный газ между РДС и ПС, составляет 38 руб, что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 100 %, т.к. при РДС защитный газ не применяется.

4.4.3 Затраты на заработанную плату рабочих

Основные данные по затратам на заработную плату рабочим представлены в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Затраты на заработанную плату рабочих

| Исходные данные | РДС | ПС |
|---|-------|-------|
| $C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий, руб | 60000 | 60000 |
| $F_{мп}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц | 172 | 172 |
| $t_{шк}$ – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд | 186 | 113 |

Определение затрат на заработанную плату рабочих производится по формуле:

$$C_3 = \frac{C_{мз} \cdot t_{шк}}{F_{мп} \cdot 60}, \quad (4.8)$$

где $C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий;

$F_{мп}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц;

$t_{шк}$ – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд.

Подставляем значения в формулу (4.8) и получаем для РДС:

$$C_3 = \frac{60000 \cdot 186}{172 \cdot 60} = 1081 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (4.8) и получаем для ПС:

$$C_3 = \frac{60000 \cdot 113}{172 \cdot 60} = 657 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на заработанную плату рабочих между РДС и ПС, составляет 424 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 39 %.

4.4.4 Затраты на отчисления во внебюджетные фонды

Основные данные по затратам на отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Исходные данные | ПС | РДС |
|--|--------|--------|
| $k_{отч}$ – процент отчислений во внебюджетные фонды от основной и дополнительной заработной платы | 30,2 % | 30,2 % |
| C_3 – Затраты на заработанную плату рабочих, руб | 1081 | 657 |

Определение затрат на отчисления во внебюджетные фонды производится по формуле:

$$C_{отч} = \frac{k_{отч} \cdot C_3}{100} \quad (4.9)$$

где $k_{отч}$ – процент отчислений во внебюджетные фонды от основной и дополнительной заработной платы;

C_3 – Затраты на заработанную плату рабочих.

Подставляем значения в формулу (4.9) и получаем для ПС:

$$C_{отч} = \frac{30 \cdot 1081}{100} = 324 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (4.9) и получаем для РДС:

$$C_{отч} = \frac{30 \cdot 657}{100} = 197 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на отчисления во внебюджетные фонды между РДС и ПС, составляет 127 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 39 %.

4.4.5 Затраты на электроэнергию

Основные данные по затратам на электроэнергию представлены в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Затраты на электроэнергию

| Исходные данные | РДС | ПС |
|--|------|------|
| U – напряжение, В | 26 | 30 |
| I – сила тока, А | 146 | 204 |
| t ₀ – основное время сварки, мин/м | 45 | 24 |
| L – длина сварного шва, м/изд | 3,2 | 3,2 |
| η – коэффициент полезного действия источника питания | 0,8 | 0,85 |
| – стоимость 1 квт-ч электроэнергии, руб | 5,85 | 5,85 |

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_{эм} = \frac{U \cdot I \cdot t_o \cdot l}{60 \cdot \eta \cdot 1000} \cdot Ц_{эл}, \quad (4.10)$$

где U – напряжение, В;

I – сила тока, А;

t₀ – основное время сварки, мин/м;

l – длина сварного шва, м/изд;

η – коэффициент полезного действия источника питания;

Ц_{эл} – стоимость 1 квт-ч электроэнергии, руб.

Подставляем значения в формулу (4.10) и получаем для РДС:

$$C_{эм} = \frac{26 \cdot 146 \cdot 45 \cdot 3,2}{60 \cdot 0,8 \cdot 1000} \cdot 5,85 = 67 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (4.10) и получаем для ПС:

$$C_{эм} = \frac{30 \cdot 204 \cdot 24 \cdot 3,2}{60 \cdot 0,85 \cdot 1000} \cdot 5,85 = 54 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между РДС и ПС, составляет 13 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 19 %.

4.4.6 Затраты на ремонт оборудования

Основные данные по затратам на ремонт оборудования представлены в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Затраты на ремонт оборудования

| Исходные данные | РДС | ПС |
|---|--------|-----------------|
| Ц _j – цена оборудования соответствующего вида: FroniusTransPocket1500 TIG | 130000 | - |
| Ц _j – цена оборудования соответствующего вида: Инвертор для полуавтоматической сварки Податчик проволоки | - | 170000 30565 |
| к _{рем} – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт | 0,25 | 0,25 |
| t _{штк} – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд | 186 | 113 |
| F _{ГО} – годовой фонд времени работы оборудования, ч | 2000 | 2000 |
| к _з – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования | 0,8 | 0,8 |

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n C_j \cdot k_{рем} \cdot t_{штк}}{F_{ГО} \cdot k_3 \cdot 60}, \quad (4.11)$$

где C_j – цена оборудования соответствующего вида;

k_{рем} – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт;

t_{штк} – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд;

F_{го} – годовой фонд времени работы оборудования, ч;

k_з – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Подставляем значения в формулу (4.11) и получаем для РДС:

$$C_p = \frac{130000 \cdot 0,25 \cdot 186}{2000 \cdot 0,8 \cdot 60} = 67 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (4.11) и получаем для ПС:

$$C_p = \frac{(170000 + 30565) \cdot 0,25 \cdot 113}{2000 \cdot 0,8 \cdot 60} = 577 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между РДС и ПС, составляет 510 рублей, что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 88 %.

4.4.7 Текущие затраты и расчет себестоимости сварного шва

Основные данные по текущим затратам представлены в таблице 4.16.

Таблица 4.16 – Результаты расчетов себестоимости сварного шва

| Наименование | РДС (1) | ПС (2) | Разница (1)–(2) |
|-------------------------------------|---------|--------|-----------------|
| 1. Сварочные материалы | 1282 | 4858 | -2675 |
| 2. Защитный газ | - | 38 | -38 |
| 3. Основная зарплата | 1081 | 657 | 424 |
| 4. Отчисления во внебюджетные фонды | 324 | 197 | 127 |
| 5. Электроэнергия | 67 | 54 | 13 |
| 6. Ремонт | 67 | 577 | -510 |
| Итого | 2821 | 6381 | -3560 |

По результатам расчетов разница в общих затратах на сварку конструкции переходника под кассеты между способами РДС и ПС, составляет 3560 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 56 %.

Проведен технико–экономический анализ процесса сварки переходника под кассеты между ручной дуговой сваркой покрытыми электродами и полуавтоматической сваркой.

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между ПС (186 мин) и РДС (113 мин), составляет 73 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 39 %.

Использование в единичном производстве дорогостоящего оборудования нецелесообразно, поэтому ручная дуговая сварка будет выгодна при любых параметрах.

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

| | |
|---------------|-----------------------------|
| Группа | ФИО |
| 3-1В81 | Швецов Алексей Владимирович |

| | | | |
|---------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------|
| Школа | Неразрушающего контроля | Отделение (НОЦ) | ОЭИ |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/ООП/ОПОП | 15.03.01 «Машиностроение» |

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

| | |
|---|---|
| <p>Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p> | <p>Выполнение сварочных работ, заготовка (резка и рубка) листов из черной стали, работа со сварочным трансформатором, расплавленным металлом (сварочная ванна), дугой. Рабочее место расположено в цеху 32 м². Имеет естественное и искусственное освещение. В цеху находятся сборочно-сварочные приспособления, полки для операционных карт, компьютер.</p> |
| <p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</p> | |
| <p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны | <p><i>ГОСТ 12.0.003-2015</i> <i>ФЗ от 22.07.2008 N 123-ФЗ</i> <i>СанПиН 2.2.4.3359-16</i> <i>СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03</i> <i>ГОСТ 12.1.038-82</i> <i>ГОСТ 12.1.018-93</i> <i>ГОСТ Р 55090-2012 ФЗ-197</i> <i>СП 53-101-98</i></p> |
| <p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p> | <p>Вредные факторы: Недостаточная освещенность; Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры; Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ; Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ; Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ; Опасные факторы: Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R_{заземления}, СКЗ, СИЗ; Проведен расчет освещения рабочего места; представлен рисунок размещения светильников на потолке с размерами в системе СИ; Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации.</p> |

| | |
|--|--|
| | Лазерное излучение, класс опасности, ПДУ, СКЗ, СИЗ. |
| 3. Экологическая безопасность: | Наличие промышленных отходов (бумага-черновики, вторцвет и чермет, пластмасса, перегоревшие люминесцентные лампы, оргтехника, обрезки монтажных проводов, бракованная строительная продукция) и способы их утилизации; |
| 4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: | Рассмотрены 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте); 2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае. |

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком

26.02.2023

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|---------------|------------------------|---------|----------|
| Профессор ТПУ | Федорчук Ю.М. | д.т.н., профессор | | 26.02.23 |

Задание принял к исполнению обучающийся:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|----------|
| 3-1В81 | Швецов Алексей Владимирович | | 26.02.23 |

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность – ответственность отдельного ученого и научного сообщества перед обществом. Первостепенное значение при этом имеет безопасность применения технологий, которые создаются на основе достижений науки, предотвращение или минимизация возможных негативных последствий их применения, обеспечение безопасного как для испытуемых, как и для окружающей среды проведения исследований.

Объектом настоящей выпускной квалификационной работы является разработка технологии сборки и сварки переходника. Рассматриваемая металлоконструкция представляет собой переходник под кассеты.

Поскольку в настоящей работе рассматривается промышленное производственное здание, то условиями эксплуатации конструкции будет являться окружающая среда внутреннего помещения этого здания с периодическими нагревами. Следовательно, конструкцию можно классифицировать как воспринимающую постоянные и временные нагрузки и воздействия, эксплуатируемую в агрессивной среде отапливаемого помещения.

Все работы выполнялись с использованием компьютера. Раздел также включает в себя оценку условий труда на рабочем месте, анализ вредных и опасных факторов труда, разработку мер защиты от них.

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Вредные факторы

Отклонение показателей микроклимата в помещении

Проанализируем микроклимат в помещении, где находится рабочее место. Микроклимат производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Эти факторы влияют на организм человека, определяя его самочувствие.

Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата приведены в таблице 5.1 и 5.2

Таблица 5.1 – Оптимальные нормы микроклимата

| Период года | Температура воздуха, С° | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Холодный | 19-23 | 40-60 | 0.1 |
| Теплый | 23-25 | | 0.2 |

Таблица 5.2 – Допустимые нормы микроклимата

| Период года | Температура воздуха, С° | | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| | Нижняя допустимая граница | Верхняя допустимая граница | | |
| Холодный | 15 | 24 | 20-80 | <0.5 |
| Теплый | 22 | 28 | 20-80 | <0.5 |

Общая площадь рабочего помещения составляет 42 м², объем составляет 147 м³. По СП 2.4.3648-20 санитарные нормы составляют 6,5 м² и 20 м³ объема на одного человека. Исходя из приведенных выше данных, можно сказать, что количество рабочих мест соответствует размерам помещения по санитарным нормам.

После анализа габаритных размеров рассмотрим микроклимат в этой комнате. В качестве параметров микроклимата рассмотрим температуру, влажность воздуха, скорость ветра.

В помещении осуществляется естественная вентиляция посредством наличия легко открываемого оконного проема (форточки), а также дверного проема. По зоне действия такая вентиляция является общеобменной. Основной недостаток - приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Согласно нормам СП 2.4.3648-20 объем воздуха необходимый на одного человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более 40 м³. В нашем случае объем воздуха на одного человека составляет 42 м³, из этого следует, что дополнительная вентиляция не требуется. Параметры микроклимата

поддерживаются в холодное время года за счет систем водяного отопления с нагревом воды до 100°C, а в теплое время года – за счет кондиционирования, с параметрами согласно. Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям.

5.1.2 Превышение уровней шума

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается вентиляционным и рабочим оборудованием, преобразователями напряжения, рабочими лампами дневного света, а также проникает снаружи. Шум вызывает головную боль, усталость, бессонницу или сонливость, ослабляет внимание, память ухудшается, реакция уменьшается.

Основным источником шума в комнате являются компьютерные охлаждающие вентиляторы и. Уровень шума варьируется от 35 до 42 дБА. Согласно СП 2.4.3648-20, при выполнении основных работ на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 82 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть средства индивидуальной защиты (СИЗ) и средства коллективной защиты (СКЗ) от шума.

Средства коллективной защиты:

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;

- изоляция источников шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов, например любой пористый материал – шамотный кирпич, микропористая резина, поролон и др.);

- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

Средства индивидуальной защиты;

применение спецодежды и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

5.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Источником электромагнитных излучений в нашем случае являются дисплеи ПЭВМ. Монитор компьютера включает в себя излучения рентгеновской, ультрафиолетовой и инфракрасной области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Согласно СП 2.4.3648-20 напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг ВДТ не должна превышать 25В/м в диапазоне от 5Гц до 2кГц, 2,5В/м в диапазоне от 2 до 400кГц. Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250нТл, и 25нТл в диапазоне от 2 до 400кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500В. В ходе работы использовалась ПЭВМ типа Acer VN7-791 со следующими характеристиками: напряженность электромагнитного поля 2,5В/м; поверхностный потенциал составляет 450 В (основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.).

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе на ПЭВМ у человеческого организма сердечно-сосудистые, респираторные и нервные расстройства, головные боли, усталость, ухудшение состояния здоровья, гипотония, изменения сердечной мышцы проводимости. Тепловой эффект ЭМП характеризуется увеличением температуры тела, локальным селективным нагревом тканей, органов, клеток за счет перехода ЭМП на теплую энергию.

Предельно допустимые уровни (ПДУ) облучения (по *ОСТ 54 30013-83*):

- до 10 мкВт/см², время работы (8 часов);
- от 10 до 100 мкВт/см², время работы не более 2 часов;

– от 100 до 1000 мкВт/см², время работы не более 20 мин. при условии пользования защитными очками;

– для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см².

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами СКЗ:

– защита временем;

– защита расстоянием;

– снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;

– заземление экрана вокруг источника;

– защита рабочего места от излучения.

К способам СИЗ относятся: очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO₂).

5.1.4 Наличие токсикантов, (запыленность, загазованность), ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ

Нормативы распространяются на рабочие места, независимо от их расположения (в производственных помещениях, в горных выработках, на открытых площадках, транспортных средствах и т.п.).

Нормативы используются при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования и вентиляции, для обеспечения производственного контроля за качеством производственной среды и профилактики неблагоприятного воздействия на здоровье работающих вредных химических веществ.

Нормативы установлены на основании комплексных токсиколого-гигиенических и эпидемиологических исследований с учетом международного опыта.

В процессе проведения работ одним из основных вредных факторов является испарение летучих продуктов при выполнении монтажно – сборочных работ (сварка, наладка и т.д.). Испаренные летучие продукты применяемых при сварке прутков и травителей могут нанести вред здоровью человека. Согласно по степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяют на четыре класса опасности:

- 1-й - вещества чрезвычайно опасные;
- 2-й - вещества высокоопасные;
- 3-й - вещества умеренно опасные;
- 4-й - вещества малоопасные.

Травители для сплавов АМгЗ имеют второй класс опасности, и имеют ПДК (по кислоте) 0,025 мг/м, присутствуют в основном в виде аэрозолей.

Испарения прутков имеет второй класс опасности и ПДК 4мг/м, способна вызвать аллергические реакции и присутствует в виде аэрозоля.

Способы СКЗ включают в себя в основном все мероприятия направлены на удаление паров свинца и прочих продуктов пайки путем применения местной и общей принудительной вентиляции с последующей фильтрацией, рециркуляция не допускается.

Также применяется периодическая очистка поверхностей от осаждающихся на них продуктов пайки.

Необходимо применять респираторы с абсорбционной приставкой (СИЗ).

5.1.5 Недостаточная освещенность.

Для обеспечения требуемой освещенности необходимо использовать совмещенное освещение, создаваемое сочетанием естественного и искусственного освещения. При данном этапе развития осветительной

техники целесообразно использовать люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют большую светоотдачу на ватт потребляемой мощности и более естественный спектр.

Минимальный уровень средней освещенности на рабочих местах с постоянным пребыванием людей должен быть не менее 200 лк.

В расчётном задании должны быть решены следующие вопросы:

- выбор системы освещения;
- выбор источников света;
- выбор светильников и их размещение;
- выбор нормируемой освещённости;
- расчёт освещения методом светового потока.

В данном расчётном задании для всех помещений рассчитывается общее равномерное освещение (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Параметры помещения.

| Параметр | Обозначение | Значение, м |
|-------------------------------|-------------|-----------------|
| Длина | A | 12 |
| Ширина | B | 10 |
| Высота помещения | H | 3,5 |
| Свес | h_c | 0,4 |
| Высота Р.П. | h_{pp} | 0,8 |
| Высота от светильника до Р.П. | h | $H - h_p - h_c$ |
| Коэффициент отражения стен | $\rho_{ст}$ | 70 % |
| Коэффициент отражения потолка | $\rho_{п}$ | 70 |
| Коэффициент запаса | Kз | 1.3 |
| Коэффициент неравномерности | Z | 1.1 |

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi_{рас} = E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z/N \cdot \eta, \quad (5.1)$$

где E_H – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05- 95, лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{ср}/E_{min}$.

Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

N – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен ρ_c и потолка ρ_n .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S/h(A + B). \quad (5.2)$$

Проведем расчет индекса помещения. Площадь помещения:

$$S = A \cdot B = 12 \cdot 10 = 120 \text{ м}^2,$$

и индекса помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{120}{2.35 \cdot (12 + 10)} = 2,32.$$

Согласно этим данным, коэффициент использования светового потока будет равен 56 % или в долях = 0,56.

Согласно указанной методике, выбираем тип источника света.

Наиболее подходящим вариантом является 40 ваттная лампа ЛБ, у которой $\Phi=2800$ лм. Для выбранного типа лампы подходит светильник ОД-2-40 с размерами: длина = 1230 мм, ширина = 266 мм.

Из уравнения (5.1) находим количество ламп для помещения

$$N = E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z / \Phi \cdot \eta = 200 \cdot 120 \cdot 1,3 \cdot 1,1 / 2800 \cdot 0,56 = 21,875;$$

Принимаем $N=24$ лампы или 12 светильников.

Размещаем светильники в 3 ряда по 4 светильника в ряду с соблюдением условий: L – расстояние между соседними светильниками или рядами (если по длине (А) и ширине (В) помещения расстояния различны, то они обозначаются L_A и L_B), l – расстояние между соседними светильниками или рядами (если по длине (А) и ширине (В) помещения расстояния различны, то они обозначаются L_A и L_B), l – расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

Оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$.

Сначала определим световой поток расчетный.

$$\Phi = E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z / \eta = 200 \cdot 120 \cdot 1,3 \cdot 1,1 / 24 \cdot 0,56 = 2554 \text{ лм};$$

Проведем проверку выполнения условия соответствия:

$$- 10\% \leq ((\Phi_{расч} - \Phi_{станд}) / \Phi_{расч}) \cdot 100\% \leq + 20\%$$

Подставляя численные значения получаем:

$$- 10\% \leq (2800 - 2554) / 2554 \cdot 100\% \leq + 20\%$$

$$- 10\% \leq +9,6\% \leq + 20\%$$

Результат расчета укладывается в допустимые пределы.

Определим мощность осветительной установки:

$$P = N \cdot P_i = 24 \cdot 40 = 960 \text{ Вт.}$$

Теперь определим расстояния между светильниками по длине и ширине помещения.

$$12000 = 3 \cdot L_A + 4 \cdot 1230 + 2/3 \cdot L_A; L_A = (12000 - 4920) \cdot 3/11 = 1930 \text{ мм};$$

$$L_A/3 = 644 \text{ мм};$$

$$10000 = 2 \cdot L_B + 3 \cdot 266 + 2/3 \cdot L_B; L_B = (10000 - 798) \cdot 3/8 = 3450 \text{ мм};$$

$$L_B/3 = 1150 \text{ мм.}$$

На рисунке 5.1 изобразим схему размещения светильников на потолке для обеспечения общего равномерного освещения.

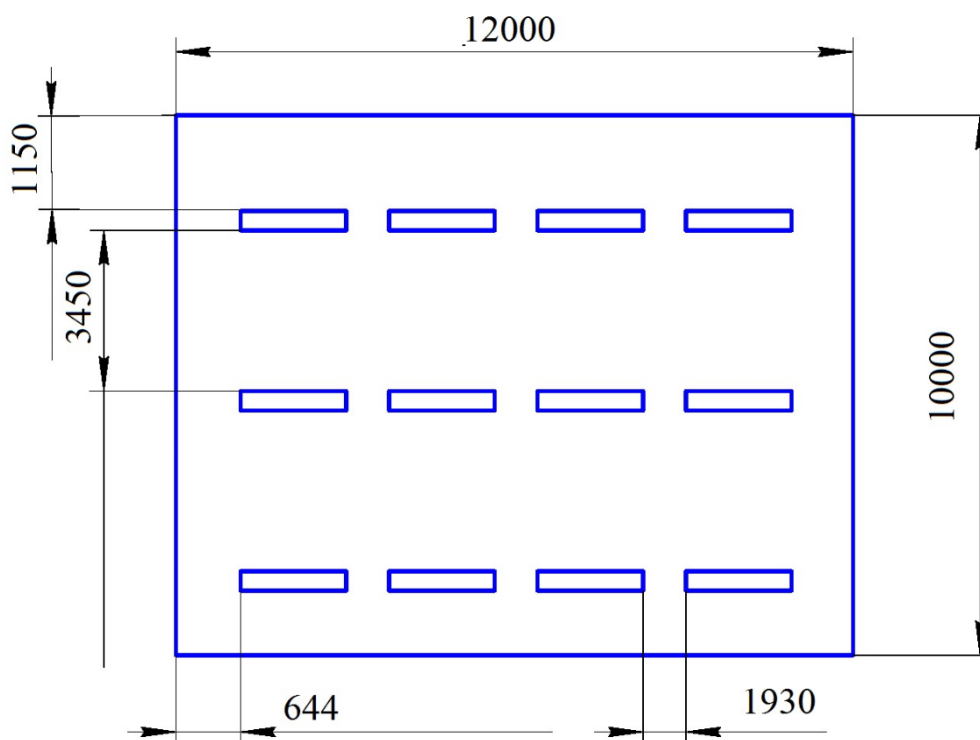


Рисунок 5.1 – План размещения светильников на потолке.

Проведем проверку выполнения условия соответствия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \cdot 100\% \leq +20\%$$

Подставляя численные значения получаем:

$$-10\% \leq 3,58\% \leq +20\%$$

Результат расчета укладывается в поле допуска.

Определим мощность осветительной установки:

$$P = N_l \cdot P_l = 40 \cdot 80 = 3200 \text{ Вт}$$

5.1.6 Поражение электрическим током и УФ излучением

При исправном состоянии оборудования и правильном выполнении сварочных операций возможность поражения электрическим током исключается. Но все же, оно возможно и происходит при прикосновении к токоведущим частям электропроводки и сварочной аппаратуры.

Напряжение холостого хода, выбранного в ходе работы источника питания сварочной дуги, достигает 67 Вольт. Следует учесть тот факт, что

данное напряжение весьма опасно для человеческого организма. Токи более 0,05 А могут вызвать тяжелые последствия и даже смерть.

Поражение электрическим током возникает при замыкании электрической цепи сварочного аппарата через тело человека. Причинами являются: недостаточная электрическая изоляция аппаратов и питающих проводов, плохое состояние спецодежды и обуви сварщика, сырость и теснота помещений, и другие факторы.

Следовательно, во избежание поражения электрическим током во время проведения электросварочных работ необходимо соблюдать следующие условия:

- корпуса источников питания дуги, сварочного вспомогательного оборудования и свариваемые заготовки должны быть надежно заземлены. Заземление осуществляется медным проводом, один конец которого закрепляется к корпусу источника питания дуги к специальному болту с надписью «Земля», а второй конец присоединяется либо к общей заземляющей шине, либо к металлическому штырю, вбитому в землю;

- заземление передвижных источников питания производится до их включения в силовую сеть, а снятие заземления – только после отключения от силовой сети;

- для подключения источников сварочного тока к сети должны использоваться настенные ящики с рубильниками, предохранителями и зажимами. Длина проводов сетевого питания не должна быть более 10 м. При необходимости нарастить провод применяют соединительную муфту с прочной изоляционной массой или провод с электроизоляционной оболочкой. Провод подвешивают на высоте 2,5...3,5 м.

- все сварочные провода должны иметь исправную изоляцию и соответствовать применяемым токам. Применение проводов с ветхой и растрепанной изоляцией категорически запрещается;

– электрододержатель должен быть снабжен полностью изолированной рукояткой. Место крепления сварочного провода к держателю также должно быть надежно изолировано;

– спецодежда электросварщика должна быть сухой и исправной. Куртка, брюки, фартук и рукавицы должны быть из брезента или сукна. Ботинки или кожаные сапоги должны иметь кожаную подошву, прикрепленную деревянными гвоздями. Резиновые подошвы ботинок и сапог должны быть приклеены путем горячей вулканизации или клеем;

– для персонала 1 группы допуска по электробезопасности, работодатель обязан, организовать инструктаж по электробезопасности на первую группу, с записью в специальном журнале регистрации инструктажей по электробезопасности для неэлектротехнического персонала на 1 группу (сварщик должен быть аттестован по электробезопасности).

Горение сварочной дуги, помимо инфракрасного излучения и видимого света, сопровождается ультрафиолетовым излучением. Яркость световых лучей значительно превышает норму, допускаемую для человеческого глаза, и поэтому зрительная ответная реакция на дугу производит ослепляющее действие.

Ультрафиолетовые лучи при действии даже в течение нескольких секунд вызывают заболевание глаз, называемое электроофтальмией. Оно сопровождается острой болью, резью в глазах, слезотечением, спазмами век. Более продолжительное облучение ультрафиолетовыми лучами вызывает ожоги кожи. Инфракрасные лучи при длительном воздействии вызывают помутнение хрусталиков глаза (катаракту), а также ожоги кожи лица.

Во избежание последствий облучения ультрафиолетовым излучением кожи и сетчатки глаз необходимо соблюдать технику безопасности на рабочем месте. При проведении сварочных работ сварщик обязан быть обеспечен средствами индивидуальной защиты, сварочной защитной маской и производственной сварочной защитной одеждой. В комплект защитной

одежды входят костюм и рукавицы, изготовленные из брезентового материала.

5.2 Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R_{заземления}, СКЗ, СИЗ;

5.2.1 Поражение электрическим током

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50Гц. По опасности электропоражения комната относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует повышенная влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения токоведущих элементов с заземленными металлическими корпусами оборудования.

Лаборатория относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. Безопасными номиналами являются: $I < 0,1 \text{ А}$; $U < (2-36) \text{ В}$; $R_{\text{зазем}} < 4 \text{ Ом}$.

Для защиты от поражения электрическим током используют СИЗ и СКЗ.

Средства коллективной защиты:

- защитное заземление, зануление;
- малое напряжение;
- электрическое разделение сетей;
- защитное отключение;
- изоляция токоведущих частей;
- оградительные устройства.

Использование щитов, барьеров, клеток, ширм, а также заземляющих и шунтирующих штанг, специальных знаков и плакатов.

Средства индивидуальной защиты: использование диэлектрических перчаток, изолирующих клещей и штанг, слесарных инструментов с

изолированными рукоятками, указатели величины напряжения, калоши, боты, подставки и коврики.

5.2.2. Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения.

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д.

Согласно НПБ 105-03 лаборатория относится к категории В– горючие и трудно горючие жидкости, твердые горючие и трудно горючие вещества и материалы, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых находится, не относятся к категории наиболее опасных А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 21-01-97 (выполнено из кирпича, которое относится к трудносгораемым материалам).

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера: халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок,

находящихся под напряжением до 1000 В. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Для предупреждения пожара и взрыва необходимо предусмотреть:

- специальные изолированные помещения для хранения и разлива легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), оборудованные приточно-вытяжной вентиляцией во взрывобезопасном исполнении - соответствии с ГОСТ 12.4.021-75 и СНиП 2.04.05-86;

- специальные помещения (для хранения в таре пылеобразной канифоли), изолированные от нагревательных приборов и нагретых частей оборудования;

- первичные средства пожаротушения на производственных участках (передвижные углекислые огнетушители ГОСТ 9230-77, пенные огнетушители ТУ 22-4720-80, ящики с песком, войлок, противопожарное полотно);

- автоматические сигнализаторы (типа СВК-3 М 1) для сигнализации о присутствии в воздухе помещений предвзрывных концентраций горючих паров растворителей и их смесей.

Лаборатория полностью соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, изображенного на рисунке 1, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

5.2.3 Работа на механическом оборудовании и слесарном инструменте, СКЗ, СИЗ.

В сборочно-сварочных цехах происходит обработка металла резанием, рубка на гильотинных ножницах. При выполнении данных операций возможны: порезы; защемления, захваты в движущихся частях механизмов; удары об твердые части оборудования и инструмента.

При выполнении слесарных работ необходимо соблюдать правила техники безопасности согласно «Правила безопасности при работе с инструментом и приспособлениями».

При выполнении работы нужно быть внимательным, не отвлекаться посторонними делами и разговорами и не отвлекать других. Внимательно осмотреть место работы, привести его в порядок, убрать все мешающие работе посторонние предметы.

Проверить наличие и исправность инструмента, приспособлений и средств индивидуальной защиты (защитных очков, перчаток и т. п.).

При работе применять только исправные инструменты и приспособления.

При работе на ножницах или вальцах надежно зажимать деталь. При спуске рычага остерегаться удара по ноге и защемления руки между ножами или вальцами.

Так же в цехах производят работу на шлифмашине с быстродвижущейся кромкой отрезного диска.

К самостоятельной работе с угловой шлифовальной машинкой допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие:

- предварительный (при поступлении на работу) или периодический медицинский осмотр и годные по состоянию здоровья;
- вводный инструктаж по охране труда и пожарной безопасности;
- первичный инструктаж на рабочем месте по охране труда и пожарной безопасности;

– обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи, пострадавшим при несчастных случаях на производстве.

При работе с угловой шлифовальной машинкой необходимо:

– соблюдать требования к эксплуатации угловой шлифовальной машинки;

– соблюдать правила безопасности и охраны труда при работе с угловой шлифовальной машинкой;

– использовать по назначению и бережно относиться к выданным средствам индивидуальной защиты.

5.3 Экологическая безопасность

В компьютерах огромное количество компонентов, которые содержат токсичные вещества и представляют угрозу, как для человека, так и для окружающей среды.

К таким веществам относятся:

– свинец (накапливается в организме, поражая почки, нервную систему);

– ртуть (поражает мозг и нервную систему);

– никель и цинк (могут вызывать дерматит);

– щелочи (прожигают слизистые оболочки и кожу).

Поэтому компьютер требует специальных комплексных методов утилизации.

Таким образом утилизацию компьютера можно провести следующим образом:

– отделить металлические детали от неметаллов;

– разделить углеродистые металлы от цветмета;

– пластмассовые изделия (крупногабаритные) измельчить для уменьшения объема;

– кофир-порошок упаковать в отдельную упаковку, точно также, как и все проклассифицированные и измельченные компоненты оргтехники, и после накопления на складе транспортных количеств отправить предприятиям и фирмам, специализирующимся по переработке отдельных видов материалов.

Люминесцентные лампы утилизируют следующим образом. Не работающие лампы немедленно после удаления из светильника должны быть упакованы в картонную коробку, бумагу или тонкий мягкий картон, предохраняющий лампы от взаимного соприкосновения и случайного механического повреждения. После накопления ламп объемом в 1 транспортную единицу их сдают на переработку на соответствующее предприятие. Недопустимо выбрасывать отработанные энергосберегающие лампы вместе с обычным мусором, превращая его в ртутьсодержащие отходы, которые загрязняют ртутными парами

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Природная чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории или акватории, сложившейся в результате возникновения источника природной чрезвычайной ситуации, который может повлечь или повлечет за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приводит к авариям систем тепло- и водоснабжения, сантехнических коммуникаций и электроснабжения,

приостановке работы. В этом случае при подготовке к зиме следует предусмотреть:

- газобаллонные калориферы (запасные обогреватели);
- дизель или бензиновые электрогенераторы;
- запасы питьевой и технической воды на складе (не менее 30 л на 1 человека);
- теплый транспорт для доставки работников на работу и с работы домой в случае отказа муниципального транспорта.

Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

В аудитории №104 16а корпуса ОЭИ ИШНКБ ТПУ наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана технология изготовления переходника под кассеты ручной дуговой сваркой покрытыми электродами.

Для достижения цели были выполнены следующие задачи:

- произведен обзор конструкции, его материала и свариваемости;
- подобран и обоснован оптимальный способ сварки (ручная дуговая сварка покрытыми электродами);
- произведены расчеты режимов сварки;
- по полученным параметрам назначено сварочное оборудование;
- разработан комплект технологической документации на сборку и сварку переходника под кассеты.

При соблюдении разработанной технологии сборки и сварки для переходника под кассеты планируется достичь высокого качества сварного соединения, удовлетворяющего всем техническим требованиям.

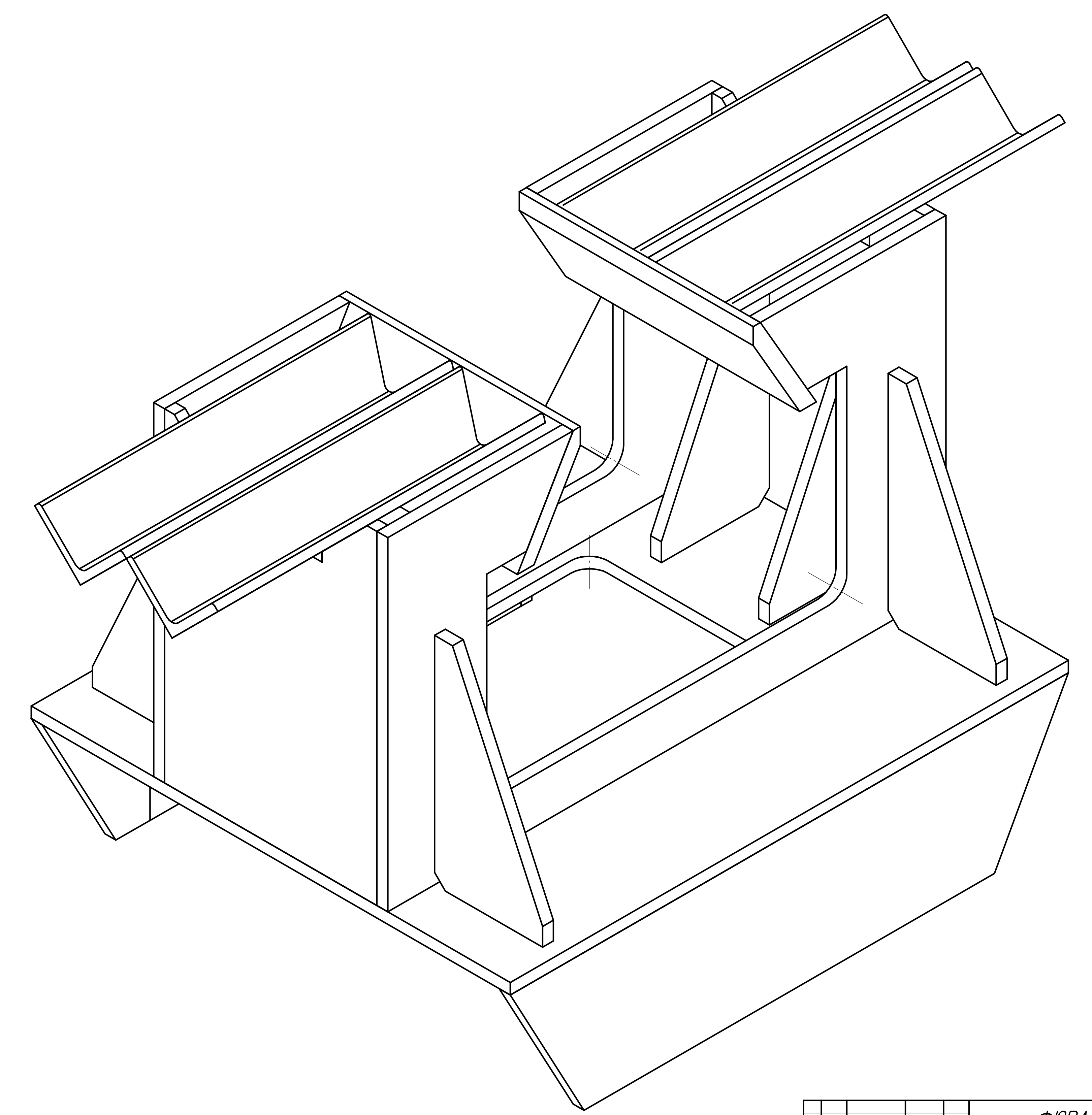
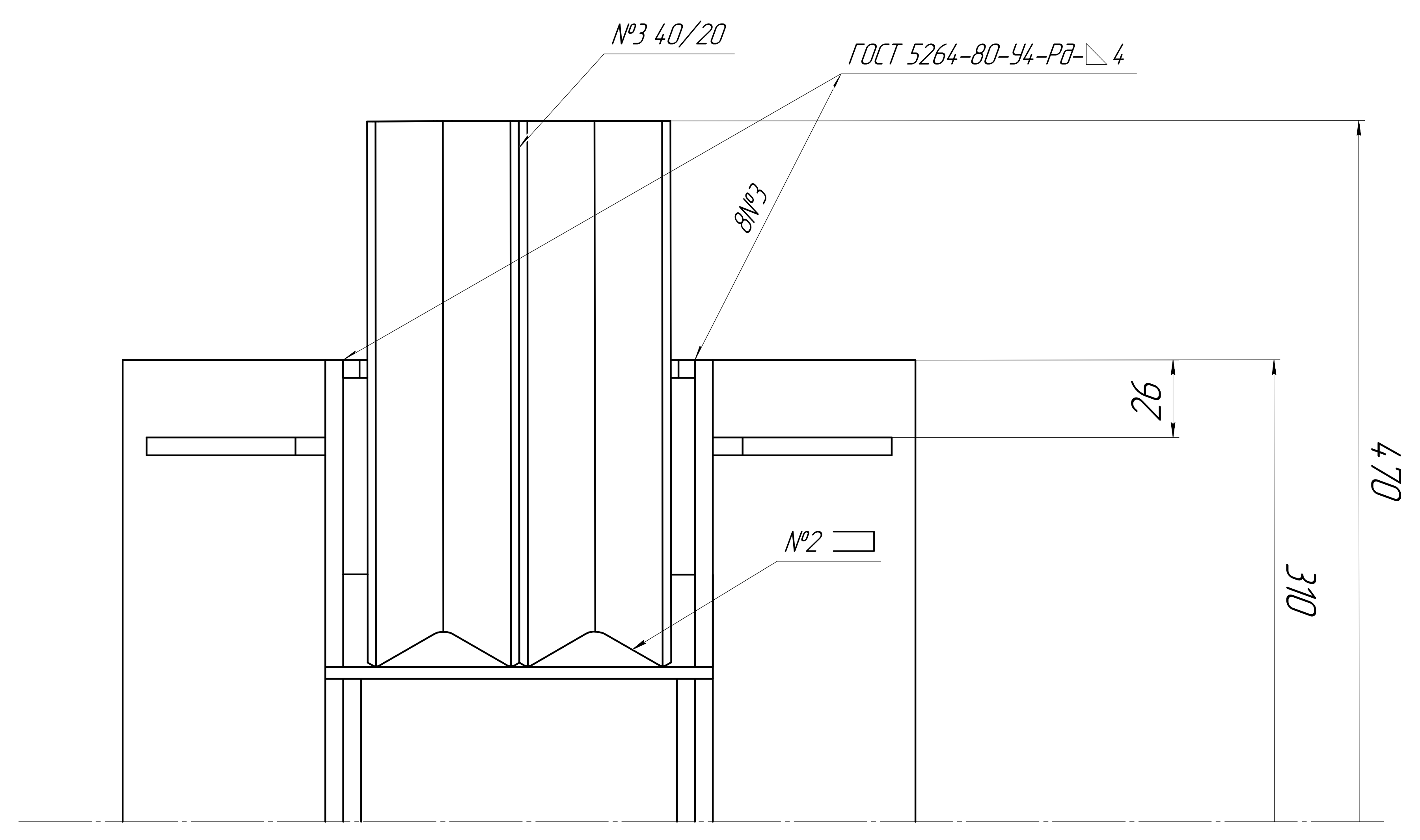
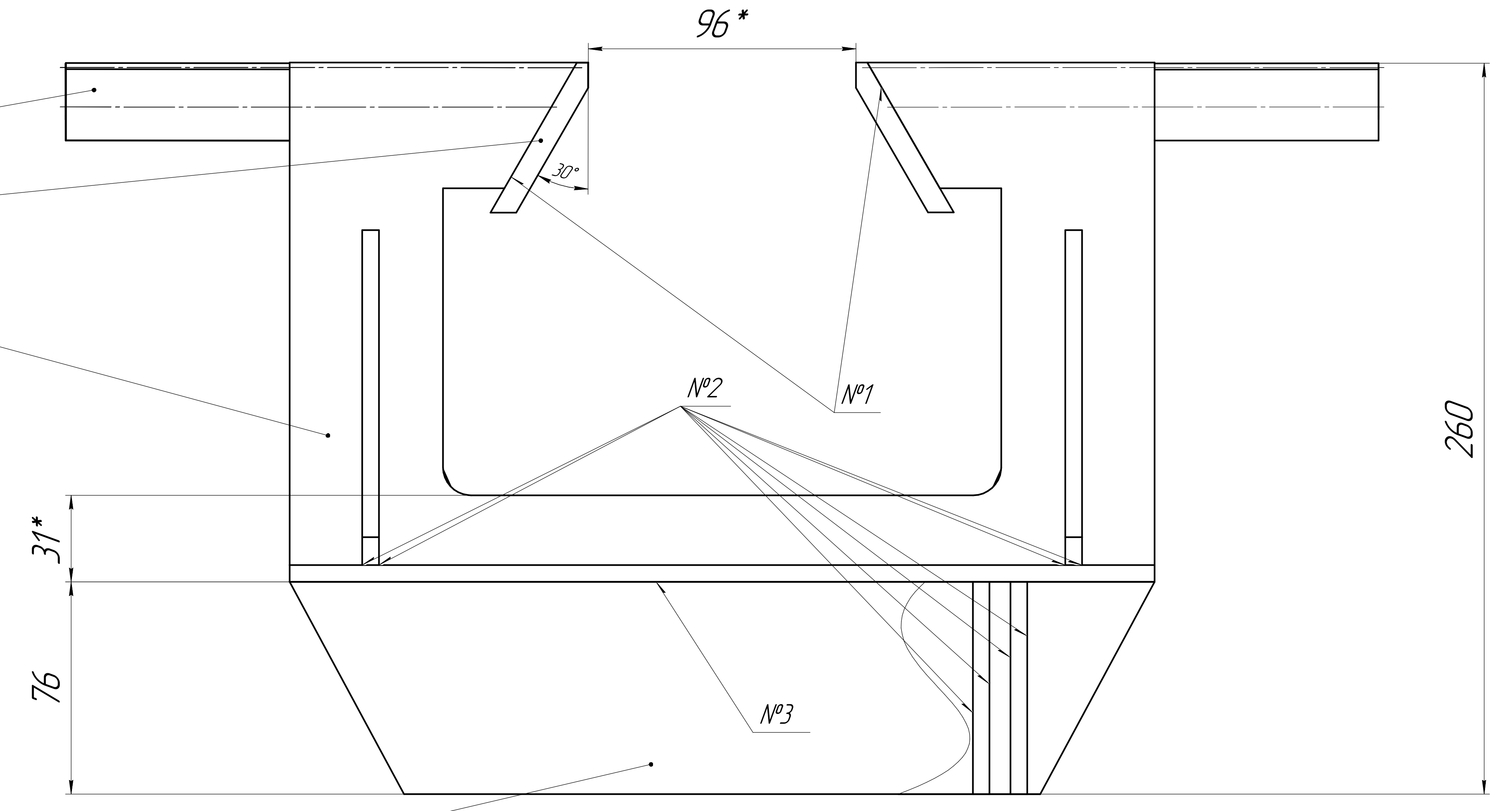
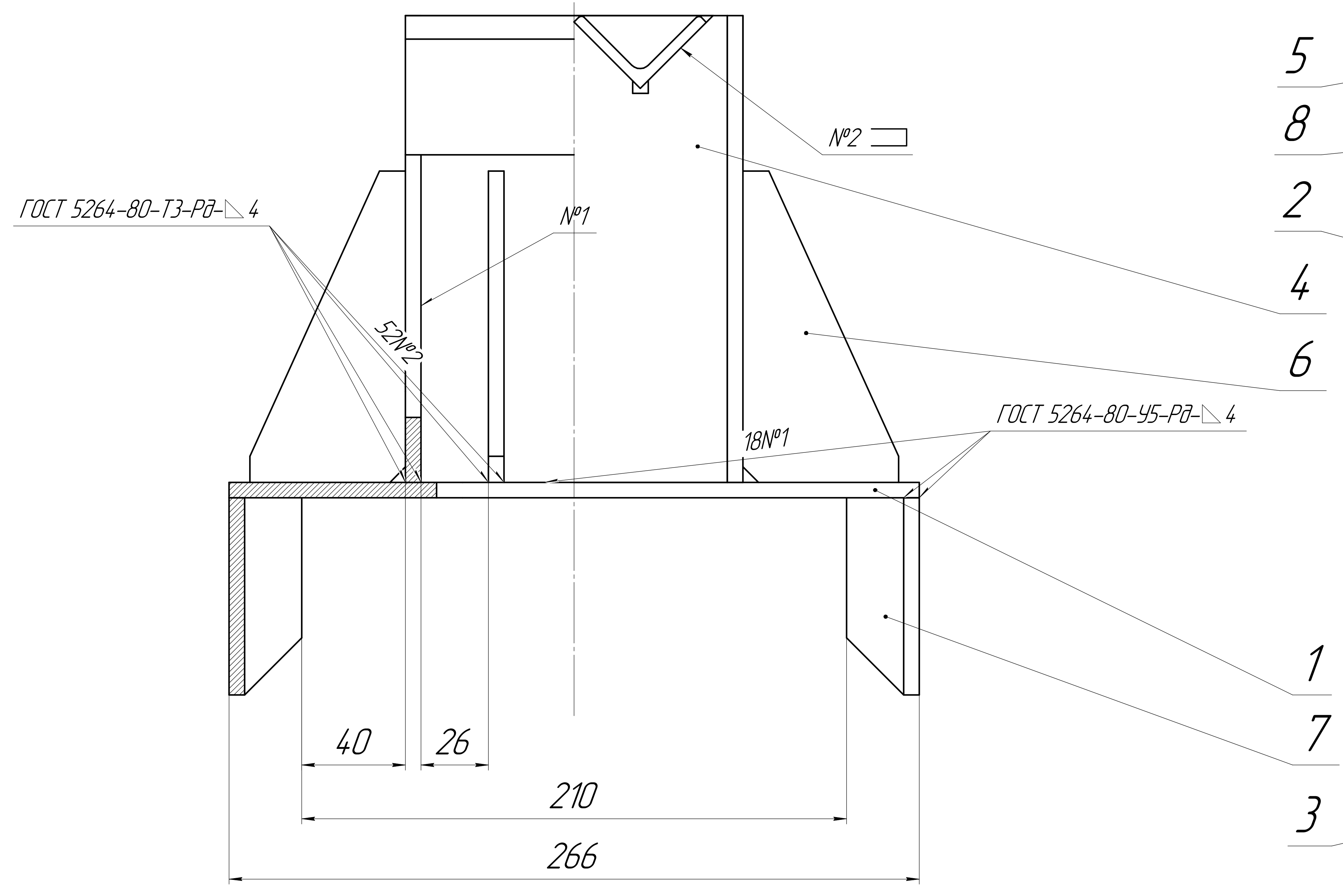
На основе результатов экономической оценки и ряда преимуществ можно сделать вывод, что для единичного производства применение ручной дуговой сварки покрытыми электродами является более экономически выгодным в данной технологии по сравнению с другими методами сварки; при этом обеспечивается более высокое качество сварного соединения и удобство при изготовлении.

Также был проведен анализ производства с целью выявления вредных и опасных факторов на сварочном участке, и предложены меры их предотвращения и ликвидации в случае их возникновения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Металлургия, 1978. – 648 с.
2. Драгунов Ю.Г., Зубченко А.С., Каширский Ю.В. Марочник сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 2014. – 263 с.
3. Акулов, А.И. Сварка в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1978. – 98 с.
4. Козловский, С.Н. Введение в сварочные технологии. СПб.: Лань, 2011. – 237 с.
5. Молодык Н.В., Зенкин А.С. Сварка деталей машин. Справочник. – М.: Машиностроение, 2009. – 480 с.
6. Моисеенко В.П. Материалы и их поведение при сварке. – М.: Феникс, 2009. – 304 с.
7. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. М.: Машиностроение, 1974. – 456 с.
8. Оборудование для термической обработки инструмента // Знайтовар URL: <https://znaytovar.ru/s/podemnotransportnoe-oborudov/> (дата обращения: 03.04.2023).
9. Энциклопедия производства переходного оборудования // Кранмаш URL: <http://www.kranmash.su/Entsiklopediya-proizvodstva-podemnichkranov/Me-todi-i-sposobi-svarki/> (дата обращения: 05.04.2023)
10. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением. – М.: Машиностроение, 1977. – 224 с.
11. Петров Г.Л., Тумарев А.С. Теория сварочных процессов. М.: Машиностроение, 1990. – 752 с.
12. Коновалов А.В., Куркин А.С., Макаров Э.Л. Теория сварочных процессов. – М.: Издво МГТУ, 2007. – 313 с.
13. Покатаев Е.П. Расчёт режимов дуговой сварки: методические указания к курсовому и дипломному проекту для студентов специальности 0504. – Волгоград: Издво ИАиС, 1987 – 18 с.

Приложение А
(Сборочный чертеж)



| | | | | | | |
|------------------------|--------------|------|------|------------------------|-------|-------------|
| ФЮРА.120357.013СБ | | | | Лист | Масса | Максимально |
| Исполн. | Р. Давид | Лист | Дата | 14,24 | 11 | |
| Провер. | Шибирев А.В. | Лист | Дата | | | |
| Утверд. | Першина А.А. | Лист | Дата | | | |
| Инженер | | Лист | Дата | | | |
| Зав. | | Лист | Дата | | | |
| Переходник под кассеты | | | | ТТЧ | | |
| Сталь 30ХГСА | | | | Копировал Фигурин А.О. | | |

ООО "СЗХ" © 2022. Все права защищены.
 Любое использование без разрешения ООО "СЗХ" запрещено.
 Дата: 14.07.2022

Приложение Б

(Комплект технологической документации)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Фюра 02190.013

8

1

ТПУ ИШНКБ

Фюра 02190.001

Сборка и сварка переходника под кассеты агрегата ТА43 ММ

"Национальный исследовательский томский политехнический университет"

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности

СОГЛАСОВНО

ктн, Доцент ОЭИ ТПУ

Першина А.А. _____ "___" февраля
2023 г.

УТВЕРЖДЕНО

ктн, Доцент ОЭИ ТПУ

Першина А.А. _____ "___" февраля
2023 г.

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ
на изготовление переходника под кассеты агрегата ТА43 ММ

ПРОВЕРЕНО

ктн,

Доцент ОЭИ ТПУ

Гордынец

А.С. _____ "___" февраля 2023 г.

РАЗРАБОТАНО

студентом ИШНКБ ТПУ

Швецов А.В. _____ "___" февраля
2023 г.

АКТ № 14-82 от 17.02.23

ТЛ

Титульный лист

02

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---|-----|----|-------|---------------------------|----|---------|--|--|----|-----|-----------------------|------|----|-----|------|-----|------|----------------|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ФЮРА.60190.002 | | |
| А | Цех | Уч. | РМ | Опер. | Код,наименование операции | | | | | | | Обозначение документа | | | | | | | | | |
| Б | Код,наименование,оборудования | | | | | | | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт. | Тпз | Тшт. | | | |
| К/М | Наименование детали,сб.единицы или материала | | | | | | | Обозначение,код | | | | | | | ОПП | ЕВ | ЕН | КИ | Н.расх. | | |
| РС1 | ПС | НП | ДС | lc | lз | Пл | U | I | Vс | Vn | qоз | qдз | qк | Tu | Tn | | | | | | |
| A01 | 1 | 2 | 1 | 020 | Сборочная | | | | ГОСТ 8713-79, ИОТ №1, СП 53-101-98, РД 34.15.132 96, РД 24.090.97-98 | | | | | | | | | | | | |
| B02 | Сварочный инвертор FroniusTransPocket1500 TIG, кондуктор | | | | | | | 1 | Сварщик | 3 | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| K/M03 | Плита 101, Стенка 104, Ребро 106 | | | | | | | ГОСТ 19903-2015, ГОСТ 6713-91 | | | | | | | | | | | | | |
| 04 | Электроды НИАТ-3М Ø 2,5 мм | | | | | | | ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75, ОСТ 1.42049-80 | | | | | | | | | | | | | |
| O05 | <i>Собрать детали согласно эскизу ФЮРА 20190.003 на прихватках, выдерживая размеры прихваток: длина 20-30 мм,</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06 | <i>высота 2-3 мм, расстояние между прихватками 40-60 мм. Зачистить прихватки от шлака.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| РС07 | H | | | | | O | 20-36 В | 50-100 А | | | | | | | | | | | | | |
| T08 | <i>Защитная маска, костюм сварщика и рукавицы, мооток, зубило, щётка, прихваты.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A09 | 1 | 2 | 1 | 025 | Сварочная | | | | ГОСТ 8713-79, ИОТ №1, СП 53-101-98, РД 34.15.132 96, РД 24.090.97-98 | | | | | | | | | | | | |
| B10 | Сварочный инвертор FroniusTransPocket1500 TIG, кондуктор | | | | | | | 1 | Сварщик | 3 | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| K/M11 | Заготовка | | | | | | | ГОСТ 19903-2015, ГОСТ 6713-91 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Электроды НИАТ-3М Ø 2,5 мм | | | | | | | ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75, ОСТ 1.42049-80 | | | | | | | | | | | | | |
| O13 | <i>Обварить заготовку согласно ФЮРА 20190.003. Начать следует со швов по незамкнутому контуру 1,2,3. Швы зачистить.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| РС14 | H | | | | | O | 20-36 В | 50-100 А | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OK | Операционная карта | | | | | | | | | | | | | | | | | | 60 | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------------|--|--|--|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6 |
| | | | | | | | | | | | | | | | ФЮРА.60190.005 | | | | |

| А | Цех | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | | | | | | Обозначение документа | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|-----|----|-------|----------------------------|----|---------|----------|----|------------------|--|--|---------|----|----|-----|------|----|----|---------|-----|------|--|--|--|
| Б | Код, наименование, оборудования | | | | | | | | | | | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт. | Тпз | Тшт. | | | |
| К/М | Наименование детали, сб. единицы или материала | | | | | | | | | Обозначение, код | | | | | | ОПП | ЕВ | ЕН | КИ | Н.расх. | | | | | |
| РС1 | ПС | НП | ДС | lc | l3 | Пл | U | I | Vc | Vn | qoz | qdz | qk | Tu | Tn | | | | | | | | | | |
| A01 | 1 | 2 | 1 | 045 | Сварочная | | | | | | ГОСТ 8713-79, ИОТ №1, СП 53-101-98, РД 34.15.132 96, РД 24.090.97-98 | | | | | | | | | | | | | | |
| B02 | Сварочный инвертор FroniusTransPocket1500 TIG, кондуктор | | | | | | | | | | | 1 | Сварщик | 3 | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| K/M03 | Заготовка | | | | | | | | | | | ГОСТ 19903-2015, ГОСТ 6713-91 | | | | | | | | | | | | | |
| 04 | Электроды НИАТ-3М Ø 2,5 мм | | | | | | | | | | | ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75, ОСТ 1.42049-80 | | | | | | | | | | | | | |
| O05 | <i>Приварить рёбра к заготовке согласно ФЮРА 20190.005. Кантовать изделие так, чтобы швы были в нижнем положении.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06 | <i>Зачистить швы от шлака.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC07 | H | | | | | O | 20-36 B | 50-100 A | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T08 | <i>Защитная маска, костюм сварщика и рукавицы, мооток, зубило, щётка, прихваты.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A09 | 1 | 2 | 1 | 050 | Сборочная | | | | | | ГОСТ 8713-79, ИОТ №1, СП 53-101-98, РД 34.15.132 96, РД 24.090.97-98 | | | | | | | | | | | | | | |
| B10 | Сварочный инвертор FroniusTransPocket1500 TIG, кондуктор | | | | | | | | | | | 1 | Сварщик | 3 | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| K/M11 | Заготовка, Планка 108 | | | | | | | | | | | ГОСТ 19903-2015, ГОСТ 6713-91 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Электроды НИАТ-3М Ø 2,5 мм | | | | | | | | | | | ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75, ОСТ 1.42049-80 | | | | | | | | | | | | | |
| O13 | <i>Собрать детали соласно эскизу ФЮРА 20190.006 на прихватаках длиной 20-30 мм. Зачистить швы от шлака.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC14 | H | | | | | O | 20-36 B | 50-100 A | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|-----|----|-------|---------------------------|----|--|----------|--|----|-----------------------|------|----|----|---------|-----|------|----------------|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | ФЮРА.60190.007 |
| А | Цех | Уч. | РМ | Опер. | Код,наименование операции | | | | | | Обозначение документа | | | | | | | |
| Б | Код,наименование,оборудования | | | | | | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт. | Тпз | Тшт. | |
| К/М | Наименование детали,сб.единицы или материала | | | | | | Обозначение,код | | | | ОПП | ЕВ | ЕН | КИ | Н.расх. | | | |
| РС1 | ПС | НП | ДС | lс | lэ | Пл | U | I | Vс | Vп | qоз | qдз | qк | Tu | Tп | | | |
| О01 | <i>длиной 20-30мм через 40 мм. Зачистить швы от шлака.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| РС02 | Н | | | | | О | 20-36 В | 50-100 А | | | | | | | | | | |
| Т03 | <i>Защитная маска, костюм сварщика и рукавицы, мооток, зубило, щётка.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| К/М04 | 1 | 2 | 1 | 065 | Сварочная | | | | ГОСТ 8713-79, ИОТ №1, СП 53-101-98, РД 34.15.132 96, РД 24.090.97-98 | | | | | | | | | |
| 05 | Сварочный инвертор FroniusTransPocket1500 TIG, кондуктор | | | | | | 1 | Сварщик | 3 | 1 | 1 | | | | | | | |
| О06 | Заготовка | | | | | | ГОСТ 19903-2015, ГОСТ 6713-91 | | | | | | | | | | | |
| 07 | Электроды НИАТ-3М Ø 2,5 мм | | | | | | ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75, ОСТ 1.42049-80 | | | | | | | | | | | |
| РС08 | <i>Приварить уголки к заготовке по незамкнутому контуру согласно ФЮРА.20190.007. Кантовать заготовку таким образом,</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т09 | <i>чтобы швы были в нижнем положении. Зачистить швы от шлака.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А10 | Н | | | | | О | 20-36 В | 50-100 А | | | | | | | | | | |
| Б11 | <i>Защитная маска, костюм сварщика и рукавицы, мооток, зубило, щётка, прихватывы.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| К/М12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| О14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ОК | Операционная карта | | | | | | | | | | | | | | | | | 60 |

| | | | | | |
|-----------|------------|---|----------------|----------------|----------------|
| Длина | Виды | Листы | ГОСТ 3.1105-84 | Формат | ФЮРА.02190.013 |
| Разработ | Исполн | Проверит | ИШН-ЖКБ ТПУ | ФЮРА.20190.001 | |
| Н. контр. | Перешко АА | Сборка и сварка переходника под кассеты агрегата ТА4,3 ММ | | 005 | |

Отходы 7,14 %

Примечание: расстояния между границами реза минимум 8 мм, Остаток листа 700*1500 мм

КЭ

| | | | | | |
|-----------|------------|---|----------------|----------------|----------------|
| Длина | Виды | Листы | ГОСТ 3.1105-84 | Формат | ФЮРА.02190.013 |
| Разработ | Исполн | Проверит | ИШН-ЖКБ ТПУ | ФЮРА.20190.002 | |
| Н. контр. | Перешко АА | Сборка и сварка переходника под кассеты агрегата ТА4,3 ММ | | | |

Остаток 2,5 %

Примечание: с полосы получается 15 заготовок

КЭ

| | | | | | |
|-----------|------------|---|----------------|----------------|----------------|
| Длина | Виды | Листы | ГОСТ 3.1105-84 | Формат | ФЮРА.02190.013 |
| Разработ | Исполн | Проверит | ИШН-ЖКБ ТПУ | ФЮРА.20190.003 | |
| Н. контр. | Перешко АА | Сборка и сварка переходника под кассеты агрегата ТА4,3 ММ | | | |

Примечание: 1, 7 - очередность выполнения сварных швов

КЭ

| | | | | | |
|-----------|------------|---|----------------|----------------|----------------|
| Длина | Виды | Листы | ГОСТ 3.1105-84 | Формат | ФЮРА.02190.013 |
| Разработ | Исполн | Проверит | ИШН-ЖКБ ТПУ | ФЮРА.20190.004 | |
| Н. контр. | Перешко АА | Сборка и сварка переходника под кассеты агрегата ТА4,3 ММ | | | |

Примечание: A, B - слои шва 1,2,3,4 - порядок нанесения швов

КЭ

| | | | | | |
|-----------|------------|---|----------------|----------------|----------------|
| Длина | Виды | Листы | ГОСТ 3.1105-84 | Формат | ФЮРА.02190.013 |
| Разработ | Исполн | Проверит | ИШН-ЖКБ ТПУ | ФЮРА.20190.005 | |
| Н. контр. | Перешко АА | Сборка и сварка переходника под кассеты агрегата ТА4,3 ММ | | | |

Примечание: 1,2,3,4 - порядок нанесения швов

КЭ

| | | | | | |
|-----------|------------|---|----------------|----------------|----------------|
| Длина | Виды | Листы | ГОСТ 3.1105-84 | Формат | ФЮРА.02190.013 |
| Разработ | Исполн | Проверит | ИШН-ЖКБ ТПУ | ФЮРА.20190.006 | |
| Н. контр. | Перешко АА | Сборка и сварка переходника под кассеты агрегата ТА4,3 ММ | | | |

Примечание: 1,2,3,4 - порядок нанесения швов

КЭ

| | | | | | |
|-----------|------------|---|----------------|----------------|----------------|
| Длина | Виды | Листы | ГОСТ 3.1105-84 | Формат | ФЮРА.02190.013 |
| Разработ | Исполн | Проверит | ИШН-ЖКБ ТПУ | ФЮРА.20190.007 | |
| Н. контр. | Перешко АА | Сборка и сварка переходника под кассеты агрегата ТА4,3 ММ | | | |

Места для прихваток

Примечание: 1,2,3,4 - порядок нанесения швов

КЭ