

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

Школа ИШНКБ

Направление подготовки Машиностроение 15.03.01

Отделение школы (НОЦ) Электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|---|
| Разработка процесса сварки корневого слоя модулированным током электродами с покрытием |

УДК 621.791.7.042.4.052-021.465

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------|
| 1В41 | Бласенков Дмитрий Олегович | | |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Князьков А.Ф. | К.т.н. | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|-----------------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Николаенко В.С. | — | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент | Мезенцева И.Л. | — | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------------------|----------------|------------------------|---------|------|
| Машиностроение 15.03.01 | Хайдарова А.А. | К.т.н. | | |

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

| Код результата | Результат обучения (выпускник должен быть готов) |
|-------------------------------------|---|
| Профессиональные компетенции | |
| P1 | Применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания для создания и обработки новых материалов |
| P2 | Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач |
| P3 | Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения |
| P4 | Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства |
| P5 | Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях |
| P6 | Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на машиностроительном производстве, выполнять требования по защите окружающей среды |
| Универсальные компетенции | |
| P7 | Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности |
| P8 | Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности |
| P9 | Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации |
| P10 | Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития |
| P11 | Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности |

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

Школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки (специальность) Машиностроение 15.03.01
 Отделение школы (НОЦ) электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Хайдарова А.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|----------------------------|
| 1В41 | Власенков Дмитрий Олегович |

Тема работы:

| | |
|---|----------------------------|
| Разработка процесса сварки корневого слоя модулированным током электродами с покрытием | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | № 10186/с от 28.12.2017 г. |

| | |
|--|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 01.06.2018 |
|--|------------|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|---|---|
| <p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p> | <p>Электродуговая сварка корневого слоя шва</p> |
|---|---|

| | |
|--|--|
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Литературный обзор. 2. Проблемы качества дуговой сварки покрытыми электродами при работе в положениях, отличных от нижнего. 3. Анализ существующих способов модуляции сварочного тока при сварке электродами с покрытием 4. Разработка технологического процесса дуговой сварки модулированным током корневого слоя шва. 5. Оборудование для сварки модулированным током. 6. Экспериментальная часть. 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 8. Социальная ответственность. 9. Заключение. |
| <p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Название темы, цель, задачи 2. Проблемы качества дуговой сварки корневого слоя шва 3. Анализ существующих способов модуляции сварочного тока при сварке электродами с покрытием 4. Разработка процесса сварки корневого слоя шва модулированным током 5. Формирование корня шва при различной форме разделки 6. Менеджмент и социальная ответственность 7. Выводы по работе |
| <p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p> | |
| <p style="text-align: center;">Раздел</p> | <p style="text-align: center;">Консультант</p> |
| <p style="text-align: center;">1-6</p> | <p style="text-align: center;">Князьков А.Ф.</p> |
| <p style="text-align: center;">7</p> | <p style="text-align: center;">Николаенко В.С.</p> |
| <p style="text-align: center;">8</p> | <p style="text-align: center;">Мезенцева И.Л.</p> |
| <p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p> | |
| <p style="text-align: center;">-</p> | |
| <p style="text-align: center;">-</p> | |
| <p style="text-align: center;">-</p> | |

| | |
|---|---------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 23.04.2018 г. |
|---|---------------|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Князьков Анатолий Федорович | к.т.н., доцент | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------|
| 1В41 | Власенков Дмитрий Олегович | | |

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 67 с., 18 рис., 10 табл., 24 источников.

Ключевые слова: сварка модулированным током, ручная дуговая сварка, сварка корневого слоя, разработка процесса сварки, осциллограмма процесса сварки.

Объектом исследования является обзор существующих способов сварки модулированным током и разработка нового процесса сварки модулированным током покрытыми электродами.

Цели и задачи работы: разработать процесс дуговой сварки модулированным током покрытыми электродами, выбрать подходящий источник питания, привести результаты разработки в виде осциллограмм процесса.

В процессе исследования проводились анализы существующих способов сварки модулированным током, способы раскладки валиков в разделке.

По результатам работы был разработан процесс дуговой сварки модулированным током электродами с покрытием, были получены осциллограммы процесса сварки данным методом.

Область применения: данный способ сварки может применяться в разных отраслях: нефтяной, газовой, котельной, электрического промышленности, а также в коммунальном, сельском хозяйстве и кораблестроении.

Экономическая эффективность/значимость работы: сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии является более эффективным вариантом с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Определения, сокращения и нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- Санитарные правила и нормы 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственной среды;
- Санитарные правила и нормы 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственной среды;
- ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности;
- СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы;
- СНиП 23-05-2010 Естественное и искусственное освещение;
- ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
- ГОСТ 12.1.019-70 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
- ГОСТ Р 22.0.01-94 Безопасность в ЧС. Основные положения;
- Трудовой кодекс, № 197-ФЗ/ Ст. 184 ТК РФ. Гарантии и компенсации при несчастном случае на производстве и профессиональные заболевания;
- ГОСТ 12.3.003-86 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Требования к безопасности;
- ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

$I_{и}$ – ток импульса;

$I_{п}$ – ток паузы;

$I_{и.доп}$ – ток дополнительного импульса;

$T_{ц.осн}$ – период основного цикла;

$t_{п.осн}$ – период основной паузы;

$T_{ц.доп}$ – период дополнительного цикла;

$t_{и.доп}$ – период дополнительного импульса;

$t_{п.доп}$ – период дополнительной паузы;

$I_{ср}$ – средний ток;

$U_{разр}$ – напряжение при разрыве дуги;

$U_{п}$ – пороговое напряжение;

$U_{з}$ – заданное напряжение;

T – период следования импульсов сварочного тока;

$I_{дд}$ – ток дежурной дуги при горении дуги;

$I'_{дд}$ – ток дежурной дуги при коротком замыкании;

РДС – ручная дуговая сварка;

СМТ – сварка модулированным током;

ВАХ – вольтамперная характеристика;

АЭ – акустическая эмиссия.

Оглавление

| | |
|---|----|
| 1 Анализ современного состояния реализации процесса дуговой сварки корневого слоя шва..... | 11 |
| 1.1 Технология РДС корневого слоя шва | 11 |
| 1.1.1 Технология раскладки валиков «один валик в слое»..... | 11 |
| 1.1.2 Технология раскладки валиков «два валика в слое»..... | 12 |
| 1.1.3 Технология раскладки валиков «три валика в слое» | 12 |
| 1.1.4 Технологическая схема сварки в узкую разделку зигзагообразной электродной проволокой | 12 |
| 1.2 Коррозионная стойкость сварных соединений..... | 13 |
| 1.3 Процесс РДС как объект регулирования..... | 14 |
| 1.4 Проблемы качества РДС электродами с покрытием в условиях монтажа и ремонта при работе в пространственных положениях, отличных от нижнего..... | 15 |
| 1.5 Сущность РДС модулированным током..... | 17 |
| 1.6. Преимущества сварки модулированным током | 18 |
| 1.7 Недостатки сварки модулированным током | 18 |
| 2.1 Особенности процесса сварки модулированным током..... | 19 |
| 2.1.1 Понятие жесткости режима сварки..... | 19 |
| 2.1.2 Способы модуляции сварочного тока..... | 20 |
| 3 Разработка способа сварки корневого слоя..... | 25 |
| 3.1 Сущность способа | 25 |
| 3.2 Выбор параметров режима сварки | 32 |
| 3.3 Качественные показатели корневого слоя | 33 |
| 3.4 Выбор источника питания..... | 34 |
| 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..... | 39 |
| 5.1 Предпроектный анализ | 39 |
| 5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования | 39 |

| | |
|---|----|
| 5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения..... | 40 |
| 5.1.3 SWOT – анализ | 43 |
| 5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации..... | 46 |
| 5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования..... | 48 |
| 6 Социальная ответственность | 52 |
| 6.1 Производственная безопасность | 52 |
| 6.1.1 Отклонение показателей микроклимата..... | 53 |
| 6.1.2 Превышение уровня шума на рабочем месте | 54 |
| 6.1.3 Повышенная яркость света, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение | 55 |
| 6.1.4 Электрический ток..... | 57 |
| 6.1.5 Загрязняющие вещества в воздухе рабочей зоны..... | 57 |
| 6.2 Экологическая безопасность..... | 59 |
| 6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях | 60 |
| 6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 61 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 64 |

1 Анализ современного состояния реализации процесса дуговой сварки корневого слоя шва

1.1 Технология РДС корневого слоя шва

Для каждого конкретного соединения существует своя, наиболее эффективная технология сварки и раскладки валиков. Наиболее распространенные технологии сварки рассмотрены ниже.

1.1.1 Технология раскладки валиков «один валик в слое»

Благодаря пониженному объему наплавленного металла данная технология является наиболее экономичным и производительным методом сварки в щелевую разделку. Чаще всего эта технология используется для сварки металла большой (до 200 мм) толщины. Сварку можно выполнять при любой полярности и электродными проволоками различного диаметра. При сварке в щелевую разделку механизм формирования шва и характер горения дуги отличается от стандартной сварки в нижнем положении, так как в этом случае сварочная дуга горит в относительно замкнутом объеме с ограниченной конвекцией окружающего газа, при этом потери тепла на разбрызгивание металла электрода и тепловая отдача в окружающую среду значительно снижены. Данный процесс относится к многопроходной сварке, когда каждый последующий слой в разделке формируется в таких же условиях, что и предыдущий. Это позволяет оптимизировать режим сварки только для одного валика и практически не изменять режим при переходе между ними (за исключением корневого и последнего валиков, при выполнении которых теплоотдача в основной металл меньше, чем для валиков в середине разделки). Однако требуемое формирование шва соблюдается лишь в очень небольшом диапазоне режимов, малейшее отклонение от которого приводит к образованию в шве дефектов. Типичными дефектами соединений при сварке сталей в щелевую разделку являются несплавления валиков друг с другом или с заготовкой, вызванные

либо неблагоприятной формой предыдущего валика, либо наличием подрезов кромок основного металла. Дефекты из многоваликовых швов удалить достаточно сложно, даже располагая соответствующим оборудованием. Такие дефекты, как усадочные трещины, вызываются, как правило, отклонением формы контуров поверхностей валиков, которые формируются между кромками. Идеальные условия для создания качественного сварного соединения наступают в том случае, когда у всех накладываемых валиков имеется вогнутая поверхность.

1.1.2 Технология раскладки валиков «два валика в слое».

Данный технологический процесс предпочитают использовать из-за пониженного возникновения дефектов в швах, а также меньшей опасности появления горячих трещин благодаря асимметричной схемы кристаллизации. При использовании данной технологии не требуется заново позиционировать электрод после каждого прохода. Расстояние между электродами постоянно за счет применения специального двухканального мундштука. Существует возможность сварки электродной лентой, что обеспечивает повышение производительности сварочного процесса.

1.1.3 Технология раскладки валиков «три валика в слое»

При использовании данной технологии в металле по слоям кристаллизации увеличивается однородность, дезориентация первичной кристаллической структуры; это усиливает стойкость металла шва к появлению трещин на кристаллическом уровне.

1.1.4 Технологическая схема сварки в узкую разделку зигзагообразной электродной проволокой

При подобном методе раскладки возникают сложности соблюдения точности направления концов проволок, из-за чего периодически

появляются несплавления по кромкам. Также существует проблема взаимного влияния магнитных полей дуг. Наилучшие результаты достигаются при зигзагообразном изгибе проволоки, получаемом с помощью шестеренного механизма и обеспечивающем колебания дуги между кромками в процессе плавления электрода. При использовании данной технологии электродная проволока приобретает волнистость и хорошо заполняет узкую разделку. В результате образуется валик вогнутой формы, имеющий благоприятную схему кристаллизации и, как следствие, отсутствие горячих трещин в средней части шва.

1.2 Коррозионная стойкость сварных соединений

Сварные соединения, работающие в условиях химически активной среды, подвержены коррозии.

По своему действию на металл коррозию разделяют на химическую и электрохимическую, а также общую и межкристаллитную.

Оценку стойкости сварных соединений против общей коррозии проводят несколькими методами:

- весовой метод - величина коррозии определяется потерей массы образца относительно исходной массы;

- профилографический метод - образец выдерживают в среде с ускоренным коррозионным действием и определяют глубину разъедания при помощи профилографов и профилометров;

- объемный метод – величину коррозии выявляют по объему газов, образовавшихся в ее результате;

- электрохимический метод – коррозию выявляют разностью потенциалов между сварным швом, зоной термического влияния и основным металлом.

- по изменению механических свойств – образцы выдерживают в коррозионной среде, затем проводят их механические испытания.

По ГОСТ 13819—68 оценку коррозионной стойкости черных и цветных металлов, а также их сплавов при условии их равномерной коррозии проводят по десятибалльной шкале коррозионной стойкости (табл. 1).

Таблица 1. Десятибалльная шкала коррозионной стойкости

| Группа стойкости | Скорость коррозии металла, мм/год | Балл |
|-----------------------|-----------------------------------|------|
| 1. Совершенно стойкие | Менее 0,001 | 1 |
| 2. Весьма стойкие | 0,001 – 0,005 | 2 |
| | 0,005 – 0,01 | 3 |
| 3. Стойкие | 0,01 - 0,05 | 4 |
| | 0,05 – 0,1 | 5 |
| 4. Пониженно стойкие | 0,1 – 0,5 | 6 |
| | 0,5 - 1 | 7 |
| 5. Малостойкие | 1 - 5 | 8 |
| | 5 - 10 | 9 |
| 6. Нестойкие | Свыше 10 | 10 |

Этой шкалой нельзя пользоваться при наличии в металле межкристаллитной коррозии и коррозионного растрескивания.

1.3 Процесс РДС как объект регулирования

Сварочный контур (рис.1) при дуговой сварке состоит из источника питания, дуги, сварочной ванны. Все компоненты контура составляют двухконтурную электрогидродинамическую систему. Воздействие на систему любым указанным на схеме возмущением приводит к изменению параметров всех элементов системы.

Обеспечение условий стабильного горения дуги в электрогидродинамической системе является одним из основных условий протекания процесса сварки в требуемом режиме.



Рис. 1 Структура сварочного контура. $\tilde{F}_o, \tilde{F}_{un}, \tilde{F}_{ce}$ - возмущения, действующие на элементы контура.

Стабильное горение дуги означает ее способность длительного горения при воздействии на нее различных помех.

Свойства сварочной дуги зависят от рода тока, среды горения дуги и материала электрода.

1.4 Проблемы качества РДС электродами с покрытием в условиях монтажа и ремонта при работе в пространственных положениях, отличных от нижнего

При изготовлении металлоконструкций, процессы сварки в которых трудно механизировать или автоматизировать, ручная дуговая сварка (РДС) электродами с покрытием, ввиду своей гибкости, простоты применения, универсальности и сравнительно низкими затратами на оборудование и вспомогательные операции, является практически незаменимой. Однако при проведении ремонтных и монтажных работ на металлоконструкциях в положениях, отличных от нижнего, сварщику при выборе режима сварки приходится решать две трудно совместимые задачи.

Первая задача – удержание сварочной ванны во всех пространственных положениях, обеспечивающих качественное формирование шва, для чего необходимо ограничивать величину сварочного тока таким образом, чтобы масса сварочной ванны была меньше критической, т.е. предельно допустимой в данных условиях.

Вторая задача, возникающая при выборе режимов сварки покрытыми электродами – обеспечение плавления электрода без чрезмерного разбрызгивания, образования несимметричной втулочки (kozyрька), отваливания участков покрытия, т.е. соблюдение условий, при которых сварочно-технологические свойства электрода задействуются полностью. Критерии оценки сварочно-технологических свойств электродов устанавливаются ГОСТ 9466.

Однако оптимальное соотношение режима сварки, критической массы сварочной ванны и сварочно-технологических свойств электродов труднодостижимо, например, при сварке неповоротных стыков трубопроводов. Это объясняется тем, что для снижения критической массы ванны требуется снижение тока и погонной энергии, а наилучшие сварочно-технологические свойства электрода раскрываются при величине тока, гораздо превышающей значение нижнего предела, допустимого нормативной документацией для данного типа электродов. Особенно это проявляется при использовании электродов с основным типом покрытия.

В настоящее время методов РДС, в которых были бы устранены вышеперечисленные недостатки, без применения вспомогательных технологий, не существует. Это снижает эффективность сварки данным способом стыков трубопроводов в неповоротном положении.

С целью качественного формирования шва сварщик управляет тепловой мощностью дуги путем механического перемещения дуги электродом вдоль главной оси шва, а также периодически прерывая процесс сварки (горение дуги). Таким образом он воздействует на тепловую мощность дуги, регулируя ее проплавляющую способность и жидкотекучесть (иначе говоря, скорость охлаждения и скорость кристаллизации сварочной ванны), т.е. вручную модулирует тепловой поток. Однако при обрывах дуги в шве часто образуются дефекты в виде свищей, пор, шлаковых включений, нарушений формы шва. Следовательно, для получения требуемого качества сварки необходимо применять процесс,

исключающий обрывы дуги во всех пространственных положениях шва, а для обеспечения объема сварочной ванны, при котором шов формируется правильно, ток сварки должен быть значительно меньшей величины, чем принято для электродов с повышенным коэффициентом массы покрытия. Такой процесс обеспечивает импульсная модуляция сварочного тока.

1.5 Сущность РДС модулированным током

Модуляция – это процесс изменения какой-либо величины во времени по установленному закону.

С развитием теории управления и разработкой средств автоматизации технологических процессов были разработаны первые способы сварки модулированным током и средства реализации ее технологического процесса. Впервые данный способ был предложен М. П. Зайцевым [6] для сварки неплавящимся электродом. Впоследствии способ сварки модулированным током получил дальнейшее развитие, и количество его разновидностей возросло [2, 3, 8].

Сущность данного метода состоит в том, что во время сварки ток дуги периодически увеличивается в импульсе и уменьшается в паузе. Основная схема изменения силы тока при РДС покрытым электродом модулированным током представлена на рис. 2.

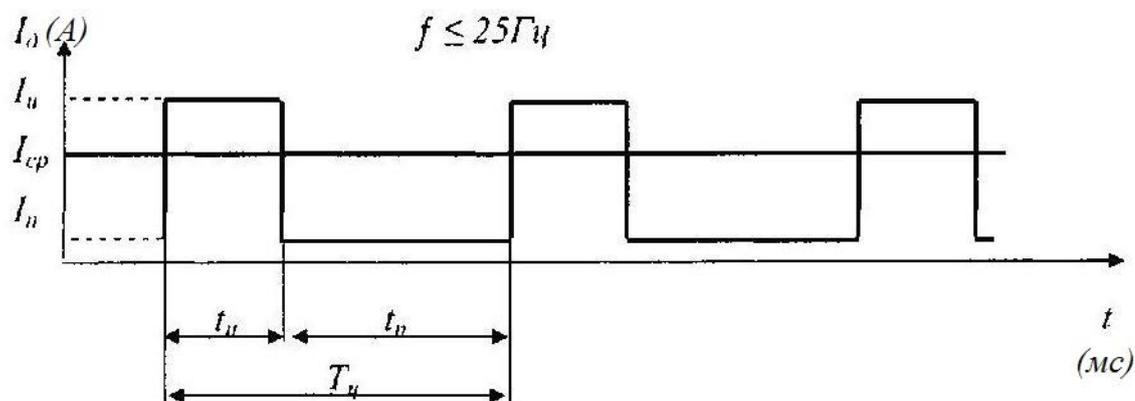


Рис. 2 – Схема изменения силы тока при сварке модулированным током при РДС покрытыми электродами

Основными параметрами сварки модулированным током являются:

- амплитуда импульса $I_{и}$;
- длительность импульса $t_{и}$;
- длительность паузы $t_{п}$;
- длительность цикла $T_{ц} = t_{и} + t_{п}$;
- частота импульсов $f = 1/t_{ц}$;
- базовый ток или ток паузы $I_{б}$.

1.6. Преимущества сварки модулированным током

У сварки модулированным током имеется ряд преимуществ по сравнению с обычным процессом дуговой сварки покрытым электродом:

- улучшение формирования шва во всех пространственных положениях благодаря уменьшению размеров сварочной ванны и снижению скорости кристаллизации [1, 3, 9, 10];
- повышение механических свойств соединения благодаря более равномерному распределению легирующих элементов, уменьшению зоны термического влияния и измельчению структуры металла [3, 9, 10];
- улучшение газоотвода от сварочной ванны вследствие усиления гидродинамических процессов в расплавленном металле [7, 11];
- снижение сварочных деформаций [6];
- упрощение техники сварки;
- повышение производительности труда;
- снижение расхода электроэнергии.

1.7 Недостатки сварки модулированным током

У перечисленных средств модуляции существуют следующие недостатки:

- большая нагрузка на зрение сварщика из-за большой разницы интенсивности светового излучения дуги во время импульса и паузы при низкой частоте модуляции;

- крупночешуйчатость шва, что повышает риск возникновения подрезов;

- снижение физической устойчивости горения дуги и технологической устойчивости процесса;

- управление длительностью основных импульсов и пауз осуществляется программно без учета состояния дугового промежутка и возможностей сварщика.

Анализ состояния разработок методов и средств модуляции показывает, что внедрению их в промышленность мешает неучет ряда ключевых факторов, таких как:

- явление массопереноса через дуговой промежуток;

- влияние модуляции тока на физическую устойчивость горения дуги, технологическую устойчивость процесса и состояние самого сварщика.

2.1 Особенности процесса сварки модулированным током

2.1.1 Понятие жесткости режима сварки

Под жесткостью режима следует понимать проплавливающую способность дуги в специальных импульсных сварочных аппаратах. Путем изменения основных параметров процесса сварки оператор может менять форму сварочной ванны и ее размеры, контролировать процесс кристаллизации металла, формировать сварочный шов, регулировать пределы деформации и т.д. Именно из-за возможности изменения жесткости режима в специальном сварочном оборудовании, проплавливающие свойства импульсной сварочной дуги являются самыми эффективными при необходимости соединения изделий из листового металла толщиной от 3 мм и меньше.

2.1.2 Способы модуляции сварочного тока

а) Способ электродуговой сварки плавящимся электродом с импульсной модуляцией по программе с дополнительными импульсами

При данном типе модуляции темп сварки составлен заранее; параметры режима на стадии каплеобразования остаются неизменными. Амплитуда тока и напряжение дугового промежутка в импульсе постоянные, а среднее значение тока, расплавляющего основной металл, определяется частотой и длительностью импульсов. Сварщик не может ускорить или замедлить темп сварки. Данный процесс применяется при сварки массивных деталей, когда не происходит накопления тепла и повышения температуры в изделии перед дугой, а зазор в стыке и притупление кромок достаточно стабильны. Циклограмма тока при данном способе модуляции представлена на рис. 3.

На рисунках 3, 4, 5, 6, 7 приняты следующие обозначения:

$I_{и}$ – ток импульса;

$I_{п}$ – ток паузы;

$I_{и.доп}$ – ток дополнительного импульса;

$T_{ц.осн}$ – период основного цикла;

$t_{п.осн}$ – период основной паузы;

$T_{ц.доп}$ – период дополнительного цикла;

$t_{и.доп}$ – период дополнительного импульса;

$t_{п.доп}$ – период дополнительной паузы;

$I_{ср}$ – средний ток;

$U_{разр}$ – напряжение при разрыве дуги;

$U_{п}$ – пороговое напряжение;

U_3 – заданное напряжение.

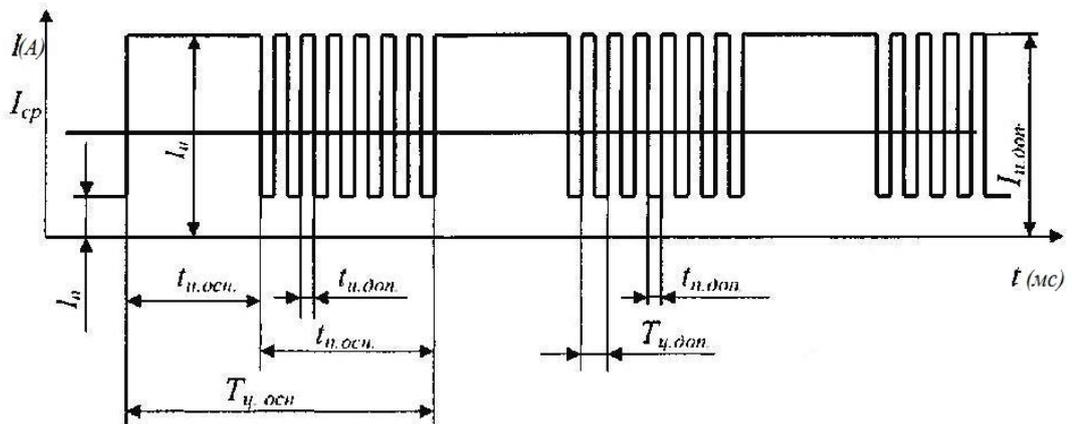


Рис. 3 – Способ электродуговой сварки плавящимся электродом по программе с дополнительными импульсами

б) Способ электродуговой сварки плавящимся электродом с импульсной модуляцией длительности основного импульса

В этом методе сварки в роли модулирующего параметра выступает напряжение дуги, которое сварщик изменяет в пределах нескольких вольт, а модулируемым параметром - длительность основного импульса. Сварщик подстраивает параметры режима в соответствии с удобным ему режимом и обстановкой в дуговом промежутке, получая качественное формирование шва и удобную для него скорость сварки. Циклограмма данного способа приведена на рис. 4.

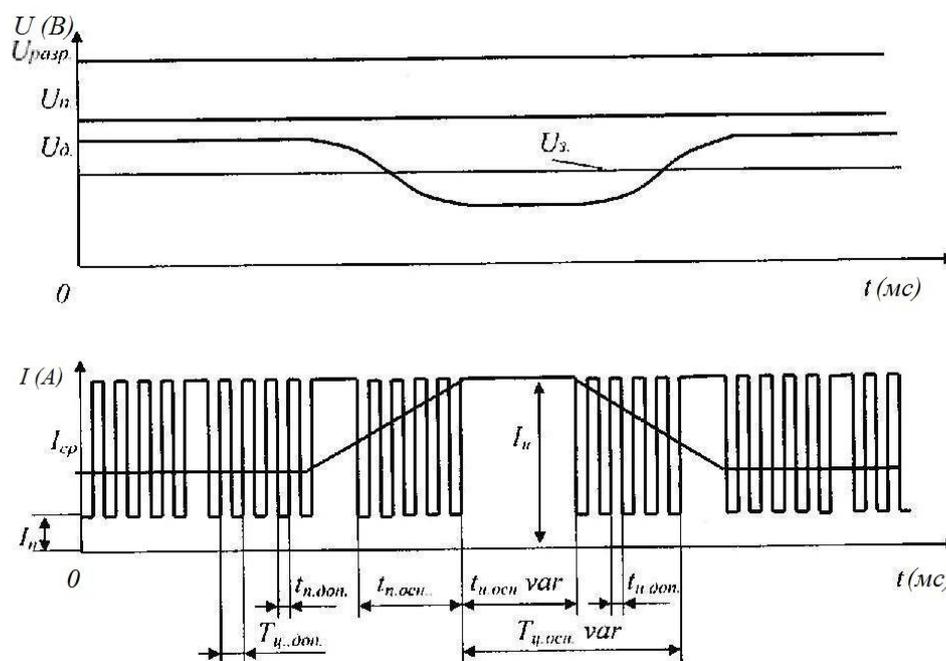


Рис. 4 – Способ электродуговой сварки плавящимся электродом с импульсной модуляцией длительности основного импульса

в) Способ электродуговой сварки плавящимся электродом с импульсной модуляцией длительности основной паузы

В этом методе длительность основной паузы устанавливают автоматически прямо пропорционально отклонению среднего напряжения дуги на интервале основной паузы. Длительность основных импульсов остается постоянной. Циклограмма данного метода показана на рис. 5.

г) Способ электродуговой сварки плавящимся электродом с импульсной модуляцией длительности основного импульса и основной паузы одновременно

Совмещение двух вышеперечисленных методов модуляции (рис.6).

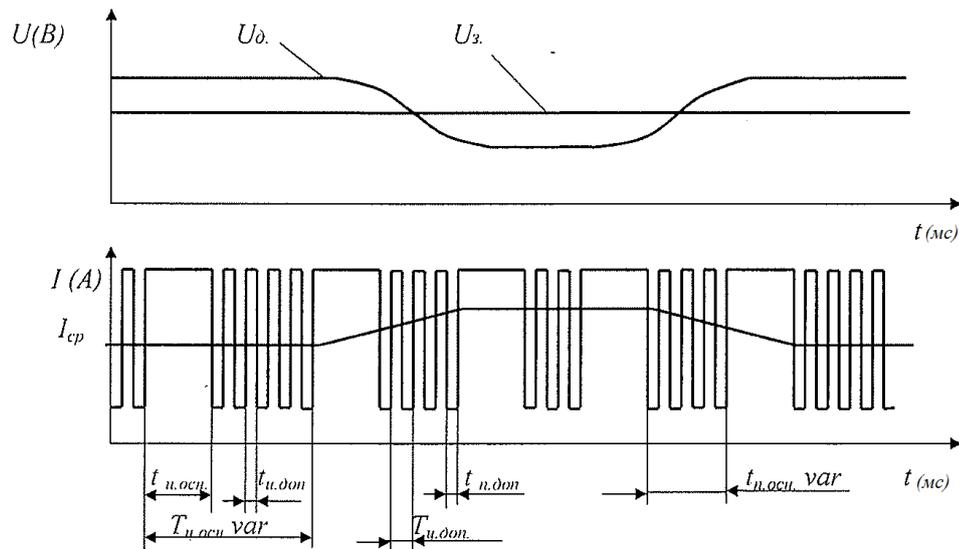


Рис.5 - Способ модуляции сварочного тока с импульсной модуляцией основной паузы

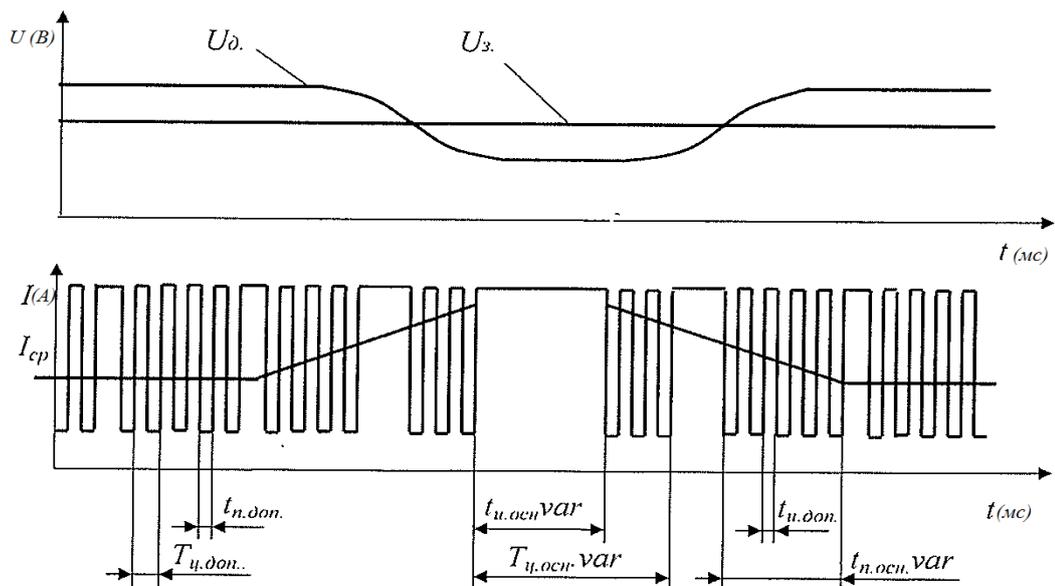


Рис. 6. Способ электродуговой сварки плавящимся электродом с импульсной модуляцией длительности основного импульса и основной паузы одновременно

д) Способ электродуговой сварки плавящимся электродом с релейным режимом

В данном методе отклонения среднего напряжения дуги от заданного автоматически реализуют релейный режим. Дуга может гореть в непрерывном режиме при значении тока основного импульса или с наложением вспомогательных импульсов при значении тока основной паузы. При снижении напряжения дуги менее 1 В от заданного автоматически включается основной ток, а при увеличении выше заданного на 1 В ток импульса снижается до тока паузы. Метод удобен для сварки малых толщин и обучения сварке модулированным током. Циклограмма метода представлена на рис. 7.

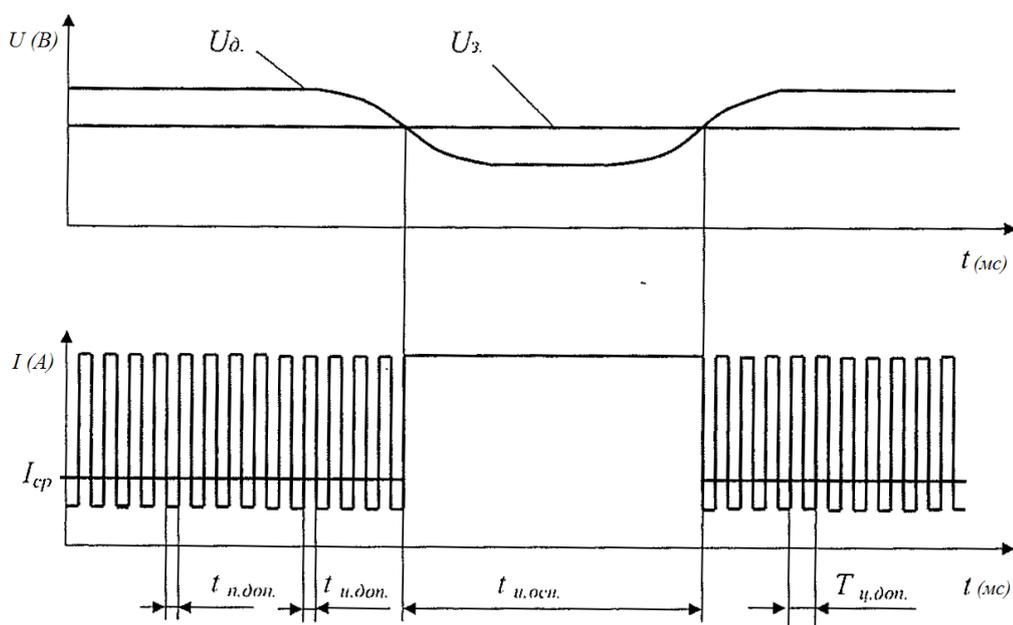


Рис. 7 – Способ электродуговой сварки плавящимся электродом, реализующий релейный режим

3 Разработка способа сварки корневого слоя

3.1 Сущность способа

Данный способ применим к электродуговой сварке и может быть использован для ручной дуговой сварки покрытыми электродами корневых слоев и изделий небольшой толщины в различных пространственных положениях.

У всех ранее предложенных способов сварки модулированным током присутствует один существенный недостаток – относительно большое значение длительности импульса, при том, что плавление электрода происходит преимущественно в его период. Это вызывает образование прожогов при сварке корневого слоя шва и изделий малой толщины. Главной задачей разрабатываемого процесса является создание способа РДС модулированным током покрытыми электродами, в котором бы присутствовало автоматическое управление формированием «замочной скважины», позволяющее избегать образования дефектов и повышающее качество сварки во всех пространственных положениях.

Сущность данного метода состоит в том, что длительность одного из импульсов увеличивают до величины, обеспечивающей образование замочной скважины для конкретных условий сварки (прожигающий импульс). Частоту прожигающих импульсов задают программно или автоматически обратно пропорционально отклонению среднего напряжения дуги от номинального значения для конкретной марки электрода. В промежутке между прожигающими импульсами замочная скважина полностью или частично заполняется расплавленным металлом сварочной ванны и электрода. При суммарном действии тока дежурной дуги и тока импульсов обеспечивается равномерное расплавление электрода, усреднение теплового потока, вводимого в изделие, и повышенную физическую устойчивость дуги.

Варианты подачи прожигающих импульсов:

- программный

- с автоизменением частоты обратно пропорционально отклонению среднего напряжения дуги от заданного значения напряжения, равного номинальному напряжению электрода.

Программное управление частотой прожигающих импульсов применяют при сварке корневого шва массивных изделий и больших толщин, когда не происходит накопления теплоты и увеличения зоны разогрева перед дугой.

Автоматическое управление частотой прожигающих импульсов используется при сварке корневых слоев швов меньших размеров, когда накопление тепла и увеличение зоны разогрева перед дугой присутствуют. Для предотвращения роста сформировавшейся замочной скважины больше требуемых размеров (определяются сварщиком визуально) частоту прожигающих импульсов уменьшают удлинением дуги на 1 – 2 В, при этом их частота автоматически снижается и обеспечивается постоянный размер замочной скважины.

Перенос капель расплавленного электродного металла в сварочную ванну осуществляется во время коротких замыканий. Энергии одного импульса достаточно для гарантированного переноса при минимальном разбрызгивании [7].

При разработке данного способа сварки использовались принципы и методы, изложенные в работах [2, 4, 7] и других исследователей энергетических и технологических свойств дуги.

Преимущества данного способа сварки по сравнению с известными способами:

- возможность управления формированием замочной скважины по программе или автоматически в обратной зависимости от отклонения среднего напряжения дуги;

- повышенные физическая и технологическая устойчивость горения дуги при небольших средних значениях сварочного тока (30 – 50 А) и размерах сварочной ванны.

Дополнительным требованием при использовании данного способа сварки можно назвать необходимость переподготовки сварщиков для новой техники сварки.

Далее сущность предложенного способа сварки поясняется чертежами, на которых изображено:

- на рис. 8 – эюра тока дугового промежутка, поясняющая разработанный способ с программным управлением подачи прожигающего импульса;

- на рис. 9 – эюры тока и напряжения дугового промежутка при автоматическом изменении частоты прожигающих импульсов обратно пропорционально отклонению среднего значения напряжения дуги от заданного.

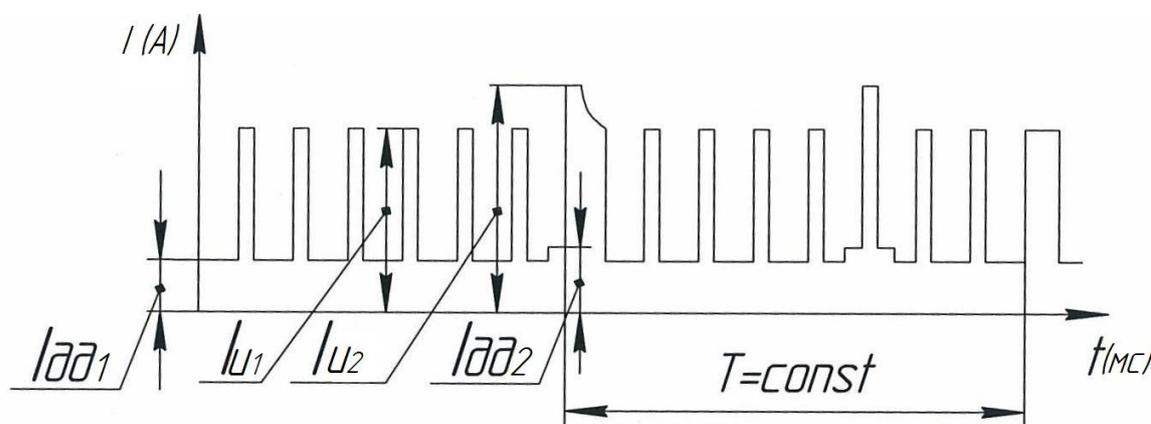


Рис. 8 – Эюра тока дугового промежутка с программным управлением подачи прожигающего импульса

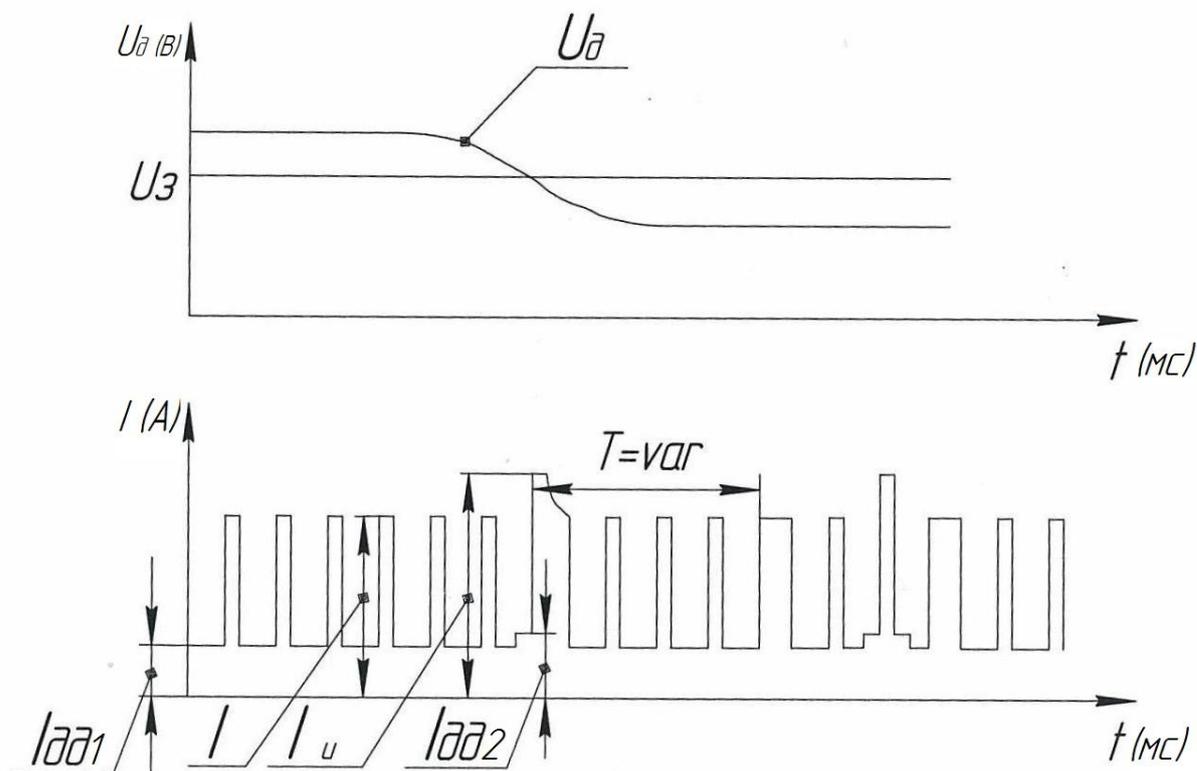


Рис. 9 – Эпюры тока и напряжения дугового промежутка при автоматическом изменении частоты прожигающих импульсов

На рисунках 8 и 9 приняты следующие обозначения:

$I_{и}$ – амплитуда тока импульса при горении дуги;

$I'_{и}$ – амплитуда тока импульса при коротком замыкании;

T – период следования импульсов сварочного тока;

$I_{дд}$ – ток дежурной дуги при горении дуги;

$I'_{дд}$ – ток дежурной дуги при коротком замыкании.

Ниже представлены осциллограммы модулированного тока, на которых видны моменты перехода капли в сварочную ванну. На осциллограмме на рис. 10 зафиксирован ток короткого замыкания в период основной паузы в момент короткого замыкания каплей металла дугового промежутка и действие энергии дополнительного импульса, обеспечивающего стабильный перенос капли без нарушения устойчивости

процесса сварки. Данная осциллограмма показывает, что каплеперенос в период основной паузы производится за счет энергии дополнительного импульса. На осциллограмме на рис. 11 зафиксирован ток короткого замыкания в период дополнительной паузы и показано, что каплеперенос металла остается стабильным без воздействия дополнительного импульса при коротком замыкании. Капля ускоряется за счет энергии дополнительного импульса перед коротким замыканием. Сварка велась электродами марки ЦУ-5 при $I_{и} = 120\text{A}$, $I'_{и} = 15\text{A}$.

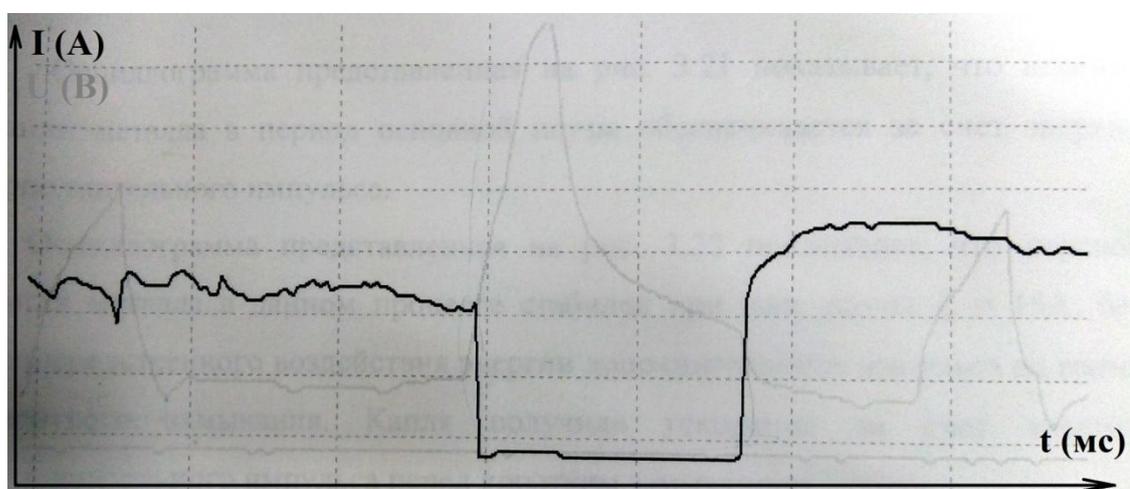


Рис. 10 - Осциллограмма сварочного тока в момент короткого замыкания в период основной паузы

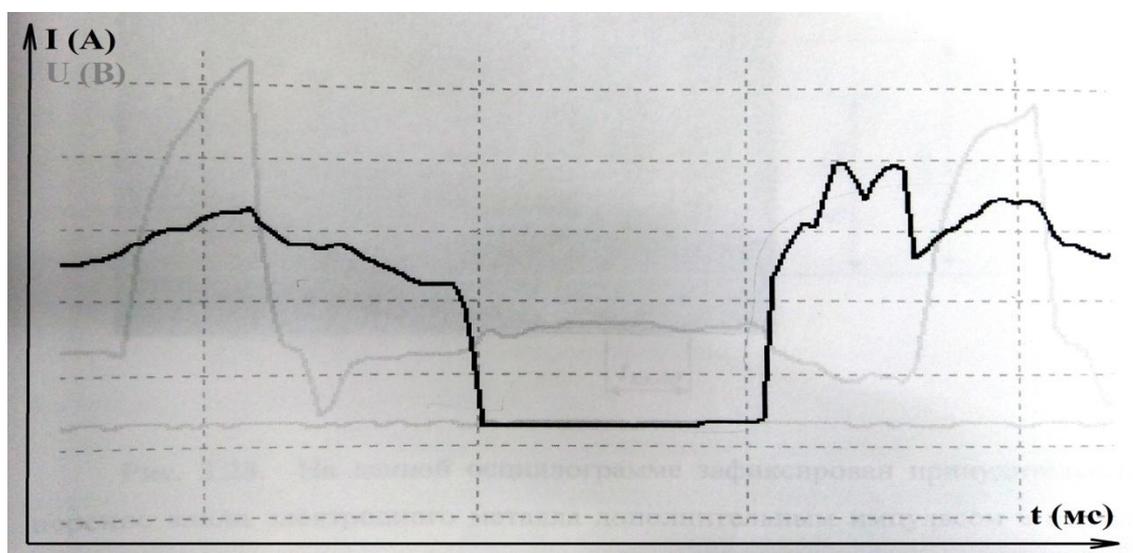


Рис. 11 - Осциллограмма сварочного тока в момент короткого замыкания в период дополнительной паузы

На осциллограмме, приведенной на рис. 12 зафиксирован принудительный перенос капли электродного металла дополнительным импульсом в период основной паузы, когда дополнительный импульс совпадает с окончанием перехода капли в сварочную ванну. На осциллограмме на рис. 13 зафиксирован принудительный каплеперенос электродного металла дополнительным импульсом в конце периода основной паузы и в начале периода короткого замыкания. Данные осциллограммы показывают стабильность процесса сварки во всем интервале времени и стабильность процесса переноса электродного металла в любой момент цикла.

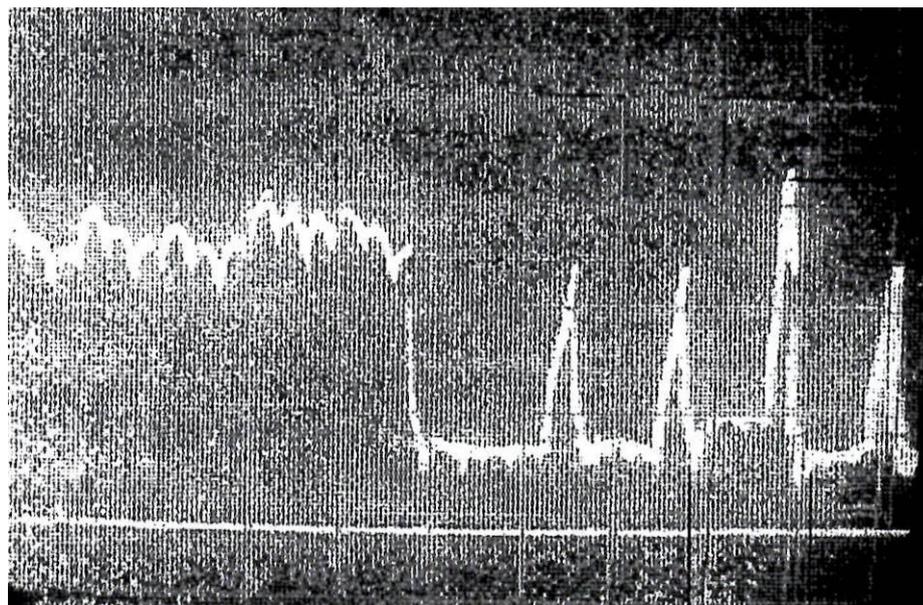


Рис. 12 – Принудительный перенос капли электродного металла дополнительным импульсом в период основной паузы

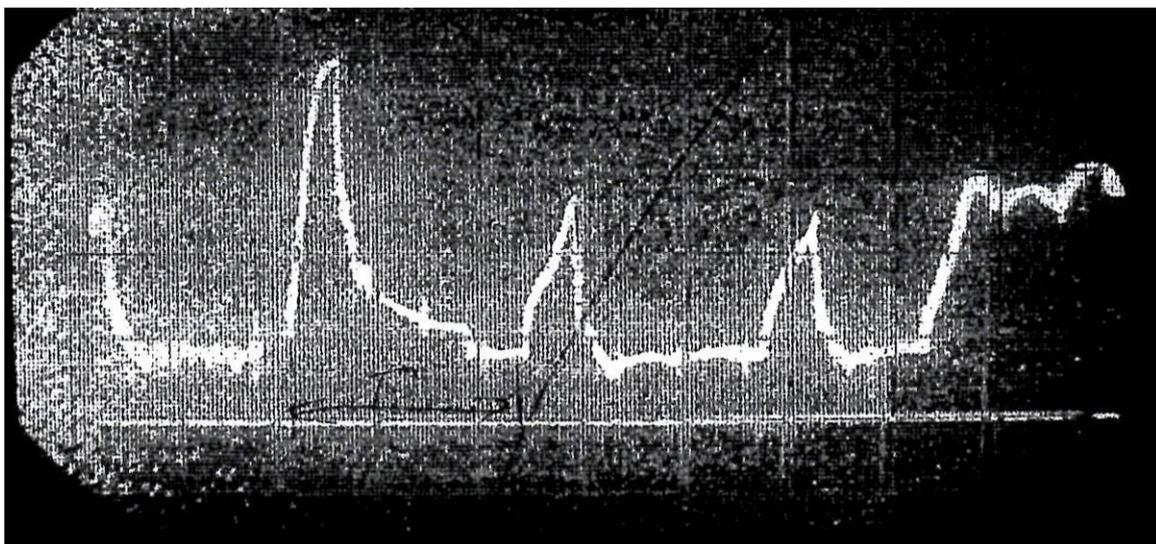


Рис. 13 – Принудительный перенос капли электродного металла дополнительным импульсом в конце периода основной паузы и начале периода короткого замыкания

На рисунках 14 и 15 показаны соответственно осциллограмма модулированного тока и осциллограмма окончания процесса сварки.

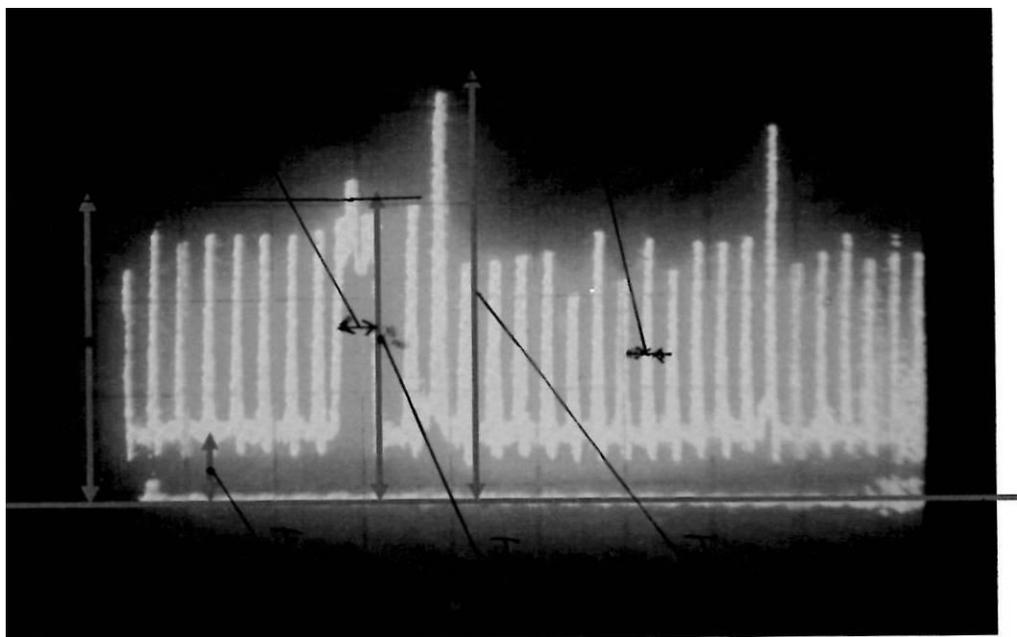


Рис. 14 – Осциллограмма модулированного тока

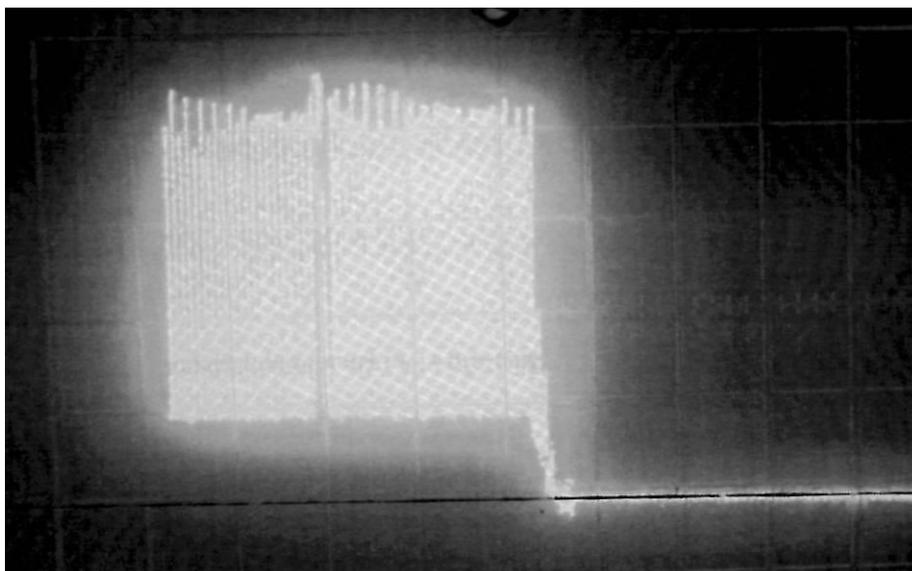


Рис. 15 – Окончание процесса сварки

3.2 Выбор параметров режима сварки

Режимом сварки называют совокупность основных и дополнительных параметров сварочного процесса, обеспечивающих получение шва с заданными характеристиками.

При РДС модулированным током покрытыми электродами основными параметрами режима сварки являются:

- диаметр электрода;
- сила сварочного тока в основной паузе;
- сила сварочного тока в основном импульсе;
- длительность основной паузы;
- длительность основного импульса;
- длительность вспомогательного импульса;
- частота вспомогательных импульсов;
- заданное напряжение сварочной дуги.

Диаметр электрода назначают в зависимости от толщины листов при сварке стыковых соединений [5]. Так, для толщины листов 3 – 9 мм диаметр электрода равен 2,5 мм.

Исходя из литературных и экспериментальных данных были назначены следующие режимы сварки, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры режимов сварки модулированным током

| $d_{\text{электр}}$ (мм) | $I_{\text{и}}$ (А) | $t_{\text{ои}}$ (мс) | $f_{\text{ди}}$ (Гц) | $t_{\text{ди}}$ (мс) | $I_{\text{п}}$ (А) | $I_{\text{ср}}$ (А) | $U_{\text{зад}}$ (В) |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| 2,5 | 140 | 20 | 80 | 3 | 30 | 52 | 24 |

Выбранные режимы сварки обеспечивают оптимальные свойства зоны термического влияния и металла шва, форму и размеры корня шва.

3.3 Качественные показатели корневого слоя

Ниже приведены изображения внешнего вида образца полученного сварного шва.



Рис. 16 – Лицевая сторона сварного шва, очищенного от шлаковой корки



Рис. 17 – Обратная сторона сварного шва, очищенного от шлаковой корки

3.4 Выбор источника питания

Источник питания для РДС модулированным током покрытыми электродами должен обеспечивать легкое и надежное возбуждение дуги, ее устойчивое горение в установленном режиме, плавную регулировку тока. Кроме того, он должен поддерживать большую скорость нарастания тока при коротком замыкании и определенную ею величину. Для соблюдения данных требований необходимо учитывать:

- тип используемых электродов;
- технологические требования модулятора;
- обеспечение необходимой величины сварочного тока.

При сварке электродами марки ЦУ-5 и для обеспечения технических требований модулятора необходимо, чтобы источник питания был постоянного тока и имел крутопадающую внешнюю ВАХ.

Выпрямители для РДС выпускаются по ГОСТ 13821-77 на токи значением 200, 315 и 400 А при ПН = 60% и имеют крутопадающие ВАХ.

Выпрямители выполняются по трехфазной мостовой схеме на кремниевых диодах. Основу выпрямителя составляет трансформатор с подвижными обмотками.

Исходя из вышеперечисленного, выбираем выпрямитель ВД-306с.

Сварочный выпрямитель ВД-306с предназначен для РДС покрытыми электродами на постоянном токе изделий из стали. Регулирование сварочного тока выполняется перемещением обмоток трансформатора относительно шкалы выбора сварочного тока на лицевой панели [14]. Одновременное переключение 1 и 2 в обмотках трансформатора с треугольника на звезд позволяет получить 2 ступени регулирования сварочного тока.

Выпрямитель имеет:

- плавную регулировку сварочного тока в пределах двух ступеней переключения;
- защиту от тепловой перегрузки;
- класс изоляции Н по ГОСТ 8865-70;
- принудительное охлаждение.

Вывод:

Результаты проведенных экспериментов подтвердили практическую целесообразность применения разработанного способа сварки модулированным током корневого слоя. Обеспечивается стабильность формирования корневого слоя со сквозным проплавлением и образованием обратного валика. Отсутствуют прожоги, упрощается техника сварки и снижается нагрузка на зрение сварщика.

4 Методы контроля соединений для СМТ.

Для контроля качества сварных соединений применяются разрушающие и неразрушающие методы. Большинство используемых методов неразрушающего контроля имеет различные ограничения в применении. Ультразвуковым методом можно выявить дефект и определить его размеры, но этот метод требует тщательной очистки и подготовки поверхности контроля, что влечет за собой значительные затраты, а кроме того, этим методом сложно контролировать материалы с крупнозернистой структурой (чугун, аустенитная сталь) из-за большого рассеивания и снижения интенсивности ультразвука. Этим методом также сложно контролировать детали сложных форм.

При капиллярном методе усложняется процесс контроля при повышенных и пониженных температурах из-за изменения проникающей способности жидкости, кроме того, этот метод способен выявлять только дефекты, выходящие на поверхность и также требует тщательной очистки поверхности от загрязнений. Метод течеискания обнаруживает только сквозные дефекты и применяется чаще всего при контроле изделий замкнутого контура. Магнитные методы контроля позволяют выявить лишь дефекты, расположенные на небольшой глубине и имеют небольшую производительность. Рентгеновский метод контроля представляет опасность для человека, в связи с чем требует специальных мер радиационной безопасности. Все эти методы позволяют уверенно выявить сравнительно крупные дефекты, и на их точность сильное влияние оказывает навык специалиста контроля.

В последнее время для контроля качества сварных соединений становятся актуальны методы контроля, позволяющие автоматизировать процессы измерения и контролировать дефекты сварки в режиме реального времени, т.е. в течение самого процесса сварки. Таковым является метод акустической эмиссии (АЭ).

Принцип работы метода АЭ основан на излучении и распространении акустических волн при нелинейных изменениях структуры объекта контроля. Преобразователь акустической эмиссии получает сигнал от источника (дефекта), преобразуется в электрический сигнал и идёт в измерительный комплекс, где переходит в дискретный вид и обрабатывается.

К достоинствам данного метода контроля можно отнести следующее: метод обнаруживает дефекты еще на стадии зарождения, не требует предварительного сканирования поверхности для поиска локальных дефектов. Чувствительность метода составляет до 10^{-6} мм².

К недостаткам метода можно отнести низкую помехоустойчивость в режиме контроля реального времени, поскольку в процессе сварки сигналы регистрируются на фоне высокого уровня шумов и помех.

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

Студенту:

| | |
|---------------|------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 1В41 | Власенкову Дмитрию Олеговичу |

| | | | |
|----------------------------|----------|----------------------------------|-----------------------|
| Школа | ИШНКБ | Отделение школы (НОЦ) | Электронной инженерии |
| Уровень образования | Бакалавр | Направление/специальность | Машиностроение |

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

| | |
|--|---|
| 1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных</i> | <i>Анализ информации, предоставленной в российских и зарубежных источниках и публикациях, нормативно-правовых документах.</i> |
| 2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | |
| 3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|---|
| 1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | <i>Анализ конкурентных технических решений, SWOT анализ</i> |
| 2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i> | <i>Расчет бюджета научно-технического исследования: материальных затрат НИИ; основной и дополнительной заработной платы исполнителей темы; отчисления во внебюджетные фонды; накладные расходы.</i> |
| 3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i> | <i>Оценка сравнительной эффективности проекта</i> |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

| | |
|---|---------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 23.04.2018 г. |
|---|---------------|

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|------------------|-----------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Ст. преп. | Николаенко В.С. | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|----------------------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 1В41 | Власенков Дмитрий Олегович | | |

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Объектом исследования в данной работе является разработка процесса дуговой сварки модулированным током корневого слоя шва электродами с покрытием, выполняемая в рамках научно-исследовательской работы для организации. Основная задача работы состоит в том, чтобы разработать технологию сварки модулированным током, которая будет использоваться для облегчения сварки различных изделий во всех пространственных положениях.

Целью данного раздела является сравнение предлагаемой технологии с технологиями, которые уже существуют и являются основными в этой сфере.

5.1 Предпроектный анализ

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В целевой рынок входят организации отраслей энергетики, добычи и транспортировки полезных ископаемых, а также коммунальное хозяйство, т.е. отрасли в которых наблюдается широкое применение трубопроводов.

Для данных коммерческих организаций критерием сегментирования является производство и ремонт. Сегментируем оборудование и технологию ручной дуговой сварки, а именно уменьшение разбрызгивания электродного металла по критерию строительство и ремонт. В данном направлении существуют три конкурирующие техники:

- 1) Ручная дуговая сварка с шунтированием тока при коротком замыкании;
- 2) Ручная дуговая сварка с технологией STT-2;
- 3) Ручная дуговая сварка с технологией Cold weld.

Основными сегментами данного рынка являются нефтяная и газовая промышленность на территории Российской Федерации, на них и будет направлена ориентация разработки.

На рисунке 18 показана гистограмма анализа рынка покупателей по регионам Российской Федерации (РФ).

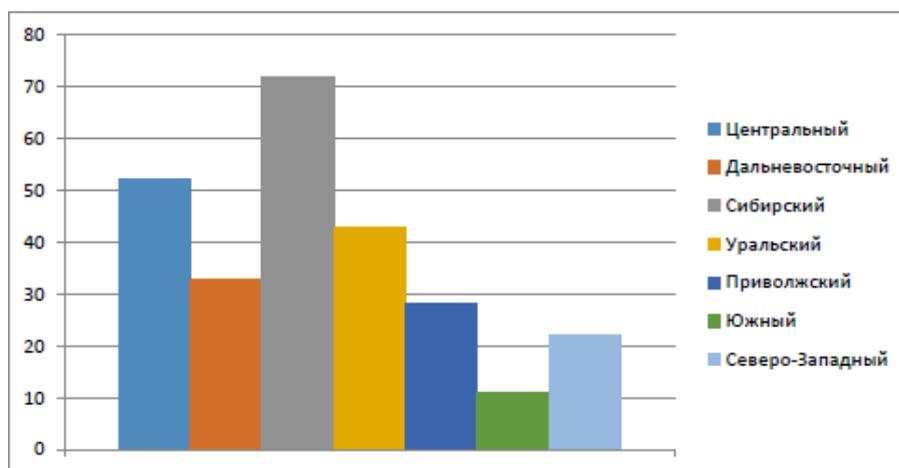


Рисунок 18 – Гистограмма анализа рынка покупателей по регионам Российской Федерации

На данной гистограмме показано количество потенциальных покупателей нефти – газа добывающих компаний в разных регионах РФ. Как видно из гистограммы наиболее перспективными рынками сбыта являются сибирский, центральный и уральский регионы РФ.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов [15].

В ходе исследования проанализированы конкурентные технические решения, используемые на сегодняшний день в промышленности России и стран зарубежья в области уменьшения разбрызгивания ручной дуговой сварки. Широкое применение нашел способ уменьшения силы тока при

разрыве перемычки. Однако на сегодняшний день применяют разные техники для осуществления данного метода сварки.

Данный анализ проведен с помощью оценочной карты (таблица 1).

Используемые техники уменьшения разбрызгивания электродного металла:

1) А – ручная дуговая сварка с шунтированием тока при коротком замыкании;

2) В – ручная дуговая сварка с технологией STT-2;

3) С – ручная дуговая сварка с технологией Cold weld

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1 [15].

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i * B_i, (3)$$

где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таблица 3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок) [15]

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | | | Конкурентоспособность | | |
|---|--------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------|
| | | Б _А | Б _В | Б _С | К _А | К _В | К _С |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности | | | | | | | |
| 1. Повышение производительности труда | 0,1 | 5 | 2 | 3 | 0,5 | 0,2 | 0,3 |

| | | | | | | | |
|---|------|----|--------|--------|------|------|------|
| пользователя | | | | | | | |
| 2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) | 0,06 | 5 | 4 | 5 | 0,3 | 0,24 | 0,12 |
| 3. Уровень качества сварных соединений | 0,1 | 5 | 2 | 3 | 0,5 | 0,2 | 0,3 |
| 4. Энергоэкономичность | 0,06 | 5 | 3 | 4 | 0,3 | 0,18 | 0,24 |
| 5. Надежность | 0,06 | 5 | 1 | 3 | 0,3 | 0,06 | 0,18 |
| 6. Уровень производимого шума | 0,07 | 5 | 5 | 5 | 0,35 | 0,35 | 0,35 |
| 7. Необходимость в высококвалифицированных специалистах | 0,05 | 3 | 3 | 3 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| 8. Функциональная мощность (предоставляемые возможности) | 0,08 | 5 | 1 | 2 | 0,4 | 0,08 | 0,16 |
| 9. Простота эксплуатации | 0,05 | 5 | 5 | 5 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| 10. Качество интеллектуального интерфейса | 0,05 | 5 | 2 | 3 | 0,25 | 0,2 | 0,15 |
| 8. Функциональная мощность (предоставляемые возможности) | 0,08 | 5 | 1 | 2 | 0,4 | 0,08 | 0,16 |
| Экономические критерии оценки эффективности | | | | | | | |
| 1. Конкурентоспособность продукта | 0,06 | 5 | 1 | 2 | 0,3 | 0,06 | 0,12 |
| 2. Уровень проникновения на рынок | 0,05 | 2 | 2 | 3 | 0,1 | 0,25 | 0,2 |
| 3. Цена | 0,06 | 5 | 3 | 4 | 0,3 | 0,18 | 0,24 |
| 4. Предполагаемый срок эксплуатации | 0,05 | 5 | 3 | 3 | 0,25 | 0,15 | 0,15 |
| 5. Срок окупаемости | 0,05 | 5 | 2 | 3 | 0,25 | 0,1 | 0,15 |
| 6. Наличие сертификации разработки | 0,05 | 5 | 5 | 5 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Итого | 1 | 75 | 4 4 | 5 6 | 4,75 | 2,9 | 3,32 |

Исходя из проведенного выше анализа (таблица 1) можно сделать вывод, что технология "А" имеет ряд преимуществ над своими аналогами.

При использовании данной технологии значительно снижается процент брака и повышается производительность работы что, безусловно, повышает количество и качество выпускаемых изделий. Также за счет более рационального использования электрода, уменьшается количество потерь электродного металла, что снижает себестоимость выпускаемых изделий, при этом за счет повышения качества нет необходимости снижать цену на товар. Также стоит отметить наличие широкого диапазона возможностей при использовании данной технологии, а именно возможности использования электродов любого покрытия, что не могут обеспечить аналоги.

5.1.3 SWOT – анализ

SWOT анализ – это определение сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз по его осуществлению. Этот анализ проводят для выявления внешней и внутренней среды проекта. Проводится этот анализ в три этапа.

Первый этап

Данный этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Сильные стороны проекта – это его факторы, которые характеризуют конкурентоспособную сторону научно–исследовательского проекта. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество или особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции.

К сильным сторонам проекта относятся:

- уменьшение разбрызгивание электродного металла – С1;
- возможность применения к любым видам дуговой сварки с короткими замыканиями – С2;
- сварка деталей разных толщин – С3;

- уменьшение трудозатрат на очистку около шовной зоны от брызг – С4;

- возможность использования технологии и оборудования для сварки других металлов – С5.

К слабым сторонам проекта относятся:

- использование дополнительного электронного оборудования – Сл.1;

- требуется незначительное повышение мощности источника питания – Сл.2.

К возможностям проекта относятся:

- внедрение схемы, уменьшающей разбрызгивание на основе тиристора на рынок за счет достоинств и вытеснение устаревших разработок – В1;

- финансовая поддержка спонсора – В2;

- возможность распространения разработки для стран зарубежья – В3.

К угрозам относятся:

- недостаток финансов на реализацию проекта – У1;

- отсутствие спроса на новые технологии производства – У2.

Второй этап

Данный этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 4 – Интерактивная матрица проекта

| Сильные стороны | | | | | | |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|
| Возможности | | С1 | С2 | С3 | С4 | С5 |
| | В1 | + | 0 | + | + | + |
| | В2 | + | + | - | + | + |
| | В3 | + | + | - | + | + |
| Угрозы | | С1 | С2 | С3 | С4 | С5 |
| | У1 | - | + | + | + | + |
| | У2 | + | - | + | - | - |
| | У3 | - | - | + | - | + |

| Слабые стороны | | | |
|----------------|----|------|------|
| Возможности | | Сл.1 | Сл.2 |
| | B1 | + | - |
| | B2 | + | - |
| | B3 | + | + |
| Угрозы | | Сл.1 | Сл.2 |
| | У1 | - | + |
| | У2 | - | - |
| | У3 | + | - |

Анализ интерактивной матрицы показал следующие направления проекта: B1C3C5, B2B3C4C5, B1B2Сл.1Сл.2, У1С3, У2С1С3, У3С3, У3Сл.1Сл.2.

Третий этап

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT–анализа.

Таблица 5 – SWOT – анализ

| | | |
|---|---|--|
| | <p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Уменьшение разбрызгивание электродного металла – С1. Возможность применения к любым видам дуговой сварки с короткими замыканиями – С2. Сварка деталей разных толщин – С3. Уменьшение трудозатрат на очистку около шовной зоны от брызг – С4. Возможность использования технологии и оборудования для сварки других металлов – С5.</p> | <p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Использование дополнительного электронного оборудования – Сл.1. Требуется незначительное повышение мощности источника питания – Сл.2.</p> |
| <p>Возможности:</p> <p>Внедрение схемы уменьшающей разбрызгивание на основе тиристора на рынок за счет достоинств и вытеснение устаревших разработок – В1. Финансовая поддержка спонсора – В2. Возможность</p> | <p>B1C3C5 – возможность использования технологий для сварки других материалов не взирая на толщину, B2B3C4C5 – некоторые виды сплавов вообще не рекомендуется дополнительно механически очищать.</p> | <p>B1B2Сл.1Сл.2 – с повышением цен на комплектующие резко возрастет первоначальный вклад в массовое производство.</p> |

| | | |
|---|--|--|
| распространения разработки для стран зарубежья – В3. | | |
| Угрозы: Недостаток финансов на реализацию проекта – У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства – У2. | У1С3 – некоторые компании не захотят рисковать, применяя новые технологии, У2С1С3 – шов станет длинней, потребует проработки новых тех. карты. | У1Сл.2; У3Сл.1Сл.2 – уменьшения разбрызгивания потребует повышения мощности источника, а у многих они и так работают на пределах своих возможностей. |

5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Коммерциализация инновационного продукта – процесс совпадения форматов поведения покупателя и продавца инновационного продукта относительно возможности использования, стоимости, перехода прав собственности на инновационный продукт (или рыночное освоение инновационного продукта).

На данном этапе производится оценка степени готовности проекта к коммерциализации и определение уровня собственных знаний для ее проведения или завершения.

При проведении анализа по таблице 4, приведенной ниже, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При этом система измерения по каждому направлению (степень проработанности научного проекта, уровень имеющихся знаний у разработчика) отличается. Так, при оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает непроработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать [15].

Таблица 6 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к
коммерциализации

| № п/п | Наименование | Степень проработанности научного проекта | Уровень имеющихся знаний у разработчика |
|-------|--|--|---|
| 1 | Определен имеющийся научно-технический задел | 5 | 5 |
| 2 | Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела | 5 | 5 |
| 3 | Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке | 5 | 5 |
| 4 | Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок | 4 | 4 |
| 5 | Определены авторы и осуществлена охрана их прав | 0 | 5 |
| 6 | Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности | 4 | 3 |
| 7 | Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта | 2 | 3 |
| 8 | Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки | 0 | 3 |
| 9 | Определены пути продвижения научной разработки на рынок | 4 | 5 |
| 10 | Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки | 2 | 5 |
| 11 | Проработаны вопросы | 0 | 1 |

| | | | |
|--------------|---|----|----|
| | международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок | | |
| 12 | Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот | 2 | 3 |
| 13 | Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки | 5 | 5 |
| 14 | Имеется команда для коммерциализации научной разработки | 1 | 1 |
| 15 | Проработан механизм реализации научного проекта | 1 | 1 |
| ИТОГО БАЛЛОВ | | 43 | 55 |

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Анализируя выше приведенную таблицу, значение $B_{\text{сум}}$ получилось от 40 до 55, то такая разработка считается средней, а знания разработчика достаточными для ее коммерциализации.

5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

При коммерциализации научно–технических разработок владелец интеллектуальной собственности преследует вполне определенную цель, которая во многом зависит от того, куда в последующем он намерен направить полученный коммерческий эффект. Это может быть получение средств для продолжения своих научных исследований и разработок

(получение финансирования, оборудования, уникальных материалов, других научно-технических разработок и т.д.), одноразовое получение финансовых ресурсов для каких-либо целей или для накопления, обеспечение постоянного притока финансовых средств, а также их различные сочетания [15].

При этом время продвижения товара на рынок во многом зависит от правильности выбора метода коммерциализации. Задача данного раздела магистерской диссертации – это выбор метода коммерциализации объекта исследования и обоснование его целесообразности. Для того чтобы это сделать необходимо ориентироваться в возможных вариантах.

В данной ВКР выбран метод инжиниринга и передачи интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия. При выборе данных методов коммерциализации возможно предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием. Также строительством и вводом объекта в эксплуатацию с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика, усовершенствованием имеющихся производственных процессов вплоть до внедрения изделия в производство и даже сбыта продукции. Так же планируется писать коммерческое предложение потенциальным покупателям, это предприятия строительство и ремонт трубопроводов в России и странах зарубежья.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | |
|---------------|------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 1В41 | Власенкову Дмитрию Олеговичу |

| | | | |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|------------------------------|
| Школа | ИШНКБ | Отделение | Электронной инженерии |
| Уровень образования | Бакалавр | Направление/специальность | Машиностроение |

| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: | |
|---|---|
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | Повышение стабильности процесса дуговой сварки покрытыми электродами модулированным током. Алгоритм модулирования сварочного тока и оборудования для его реализации |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| 1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения | – Превышение уровня шума на рабочем месте. – Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны. – Пониженная температура воздуха рабочей зоны. – Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. – Повышенная яркость света, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение. |
| 2. Экологическая безопасность | Воздействие на окружающую среду сводится к минимуму, за счет отсутствия загрязняющих веществ. |
| 3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях | Пожар является возможной причиной чрезвычайной ситуации. |

| | |
|--|---|
| | Одной из причин возникновения пожара является короткое замыкание, а также наличие разбрызгивания расплавленного металла при проведении сварочных работ. |
| 4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: | - Правовые нормы трудового законодательства; - Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. |

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

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент | Мезенцева И.Л. | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------|
| 1В41 | Власенков Дмитрий Олегович | | |

6 Социальная ответственность

Введение

Объектом исследования в данной работе является разработка процесса дуговой сварки модулированным током корневого слоя шва электродами с покрытием, выполняемая в рамках научно-исследовательской работы для организации. Основная задача работы состоит в том, чтобы разработать технологию сварки модулированным током, которая будет использоваться для облегчения сварки различных изделий во всех пространственных положениях.

В данном разделе будут рассматриваться вопросы, связанные с техникой безопасности и охраной труда в лаборатории, правила эксплуатации помещения, как при возникновении опасной ситуации, так и при ЧС, а также будет проведен анализ вредных и опасных факторов и их воздействие на человека, что позволит определить средства индивидуальной и коллективной защиты, и решить вопросы обеспечения безопасности в целом, как для помещения, так и для организации в целом.

6.1 Производственная безопасность

На сварщика возможны действия следующих вредных и опасных факторов: отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность, превышение уровня шума, уровень ультрафиолетовой радиации (ГОСТ 12.0.003-2015), электрический ток, пожар. Воздействие вредных производственных факторов на работающих может привести к заболеванию и снижению производительности труда.

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при изучении процесса дуговой сварки модулированным током.

Таблица 7 – Вредные и опасные факторы

| Источник фактора, наименование видов работ | Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015) | | Нормативные документы |
|--|----------------------------------|---------|-----------------------|
| | Вредные | Опасные | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|--|---|
| Запуск источника питания: 1) Снятие осциллограмм 2) Проведение ремонтных работ источника питания 3) Проведение сварочных работ | 1. Отклонение показателей микроклимата в производственных помещениях; 2. Превышение уровня шума; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 4. Загрязняющие вещества в воздухе рабочей зоны. 5. Повышенная яркость света, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение. | 1. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. | ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ, ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ, ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ, ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03, СанПиН 2.2.4.548–96, СН 2.2.4/2.1.8.562–96, СН 2.2.4/2.1.8.566–96, СП 52.13330.2011, СанПиН 2.2.2.540-96. |
|---|---|--|---|

6.1.1 Отклонение показателей микроклимата

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены, не вызывают отклонений в состоянии здоровья и создают предпосылки для высокой работоспособности благодаря отсутствию посторонних раздражителей организма человека.

Повышение температуры, относительной влажности воздуха, уменьшение скорости его движения приводят к уменьшению теплообмена, перегреву организма, расстройству нервной системы, нарушению секреторной деятельности печени, желудка, нарушению обменных процессов, возникновению судорожной болезни, тепловому удару.

Понижение вышеперечисленных параметров приводят к увеличению теплообмена, переохлаждению организма, а также к расстройству нервной

системы, нарушению деятельности печени, обменных процессов, возникновению простудных заболеваний.

Также нарушение терморегуляции вызывает ухудшение самочувствия, снижение работоспособности и, следовательно, производительности труда, возможно возникновение несчастных случаев.

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать ГОСТ 12.1.005–88 в соответствии с легкой (Ia) категорией работ. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха для проведения производственных (в т.ч. сварочных) работ приведены в таблице 8.

Микроклимат производственных помещений поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

Таблица 8 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (по ГОСТ 12.1.005–88)

| Период года | Температура, °С | | | | Относительная влажность, % | | Скорость движения воздуха, м/с | | |
|-------------|-----------------|------------------------------|----------|--------|----------------------------|-------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------|
| | Оптимальная | Допустимая на рабочих местах | | | | Оптимальная | Допустимая, не более | Оптимальная, не более | Допустимая, не более |
| | | Верхняя | | Нижняя | | | | | |
| | | Пост. | Не пост. | Пост. | Не пост. | | | | |
| Холодный | 22-24 | 25 | 26 | 21 | 18 | 40-60 | 75 | 0,1 | 0,1 |
| Теплый | 23-25 | 28 | 30 | 22 | 20 | 40-60 | 70 | 0,1 | 0,1 |

6.1.2 Превышение уровня шума на рабочем месте

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на органы и системы организма человека. Шум

ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации. Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к патологическому состоянию организма, к его утомлению. Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление.

Методы установления предельно допустимых шумовых характеристик системы питания для сварки в динамическом режиме изложены в ГОСТ 12.1.035–81. Шум на рабочих местах также может проникать извне через каналы вентиляции и проем двери из кабинета в коридор. Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в децибелах (дБ), в активных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром.

По характеру спектра в помещении присутствуют широкополосные шумы. Источник шумов – источник питания для сварки, процесс сварки. Для рабочих помещений административно-управленческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещений для измерительных и аналитических работ уровень шума не должен превышать 50 дБА, ГОСТ 12.1.003-2014.

Уменьшение влияния данного фактора возможно путём:

- 1) Изоляции источников шумов;
- 2) Проведение акустической обработки помещения;
- 3) Создание дополнительных ДВП или ДСП изоляционных перегородок;
- 4) Проведение профилактических работ.

6.1.3 Повышенная яркость света, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение

Сварка открытой и полужакрытой дугой сопровождается мощной лучистой и тепловой энергией. Тепловая энергия способна вызвать

поражение глаз и ожоги незащищенных частей тела. Яркость электрической дуги превышает 1600 стильб. Нормальное зрение человека способно воспринимать безболезненно яркость не более одного стильба.

Вредное воздействие оказывает не только видимые световые лучи, но и невидимые лучи. Они вызывают воспаление слизистой оболочки глаза, если действуют в течении 10-30 с на расстоянии до 1 м от источника излучения, а более 30 с – до 5 м. Результат действия – резкая боль в глазах, светобоязнь, электроофтальмия. На незащищенных частях тела лучистая и тепловая энергия вызывает покраснение и ожоги различной степени, в зависимости от расстояния до источника излучения.

Для защиты лица сварщика во время выполнения сварочных операций закрывается щитком, в смотровое отверстие которого вставлен светофильтр по ГОСТ 12.4.080-79.

При работе вне кабины для защиты зрения окружающих должны применяться переносные щиты и ширмы.

Защитные стекла, вставленные в щитки и маски, снаружи покрывают простым стеклом для предохранения их от брызг расплавленного металла.

Щитки изготавливают из изоляционного материала - фибры, фанеры и по форме и размерам они должны полностью защищать лицо и голову сварщика (ГОСТ 1361-69).

Для ослабления резкого контраста между яркостью дуги и малой яркостью темных стен (кабины) последние должны быть окрашены в светлые тона (серый, голубой, желтый) с добавлением в краску окиси цинка с целью уменьшения отражения ультрафиолетовых лучей дуги, падающих на стены.

Защита рабочих от инфракрасного излучения может быть обеспечена сокращением времени пребывания в зоне воздействия теплового излучения.

6.1.4 Электрический ток

Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019–79.

Основными причинами поражения электрическим током могут послужить следующие факторы: прикосновение к токоведущим частям или прикосновение к конструктивным частям, оказавшимся под напряжением. С целью исключения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- перед включением установки должна быть визуально проверена ее электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей держателей электродов;

- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети установку.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряжения, электрозщитные средства.

К работам на электроустановках допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж и обученные безопасным методам труда. К тому же электробезопасность зависит и от профессиональной подготовки работников, сознательной производственной и трудовой дисциплины. Целесообразно каждому работнику знать меры первой медицинской помощи при поражении электрическим током.

6.1.5 Загрязняющие вещества в воздухе рабочей зоны.

Для защиты и удаления вредных газов и пыли с мест сварки и подачи чистого воздуха используют вентиляцию. Общая вентиляция бывает приточно-вытяжной. Свежий воздух обычно подают в цех через общецеховую вентиляционную установку, а загрязненный воздух удаляют из цеха общецеховой вентиляцией, а также местными устройствами.

Нередко источник выделения вредных веществ укрывают зонтом, под которым находится рабочий, что совершенно недопустимо, так как через зону дыхания в этом случае проходят все вредные вещества. Поэтому, на рабочих местах в зоне сварки нужно установить аппаратуру с отсасывающим поворотным рукавом.

Сварочные участки, сообщающиеся проемами со смежными помещениями, где не проводится сварка, должны иметь вытяжную вентиляцию с механическим побуждением.

Вредными основными веществами, выделяющимися при сварке сталей, являются: окись углерода, хром, марганец и фтористые соединения.

В таблице 2 представлены классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей.

Таблица 9 – Классы опасностей вредных веществ, выделяющихся при сварке сталей

| Вещество | ПДК, мг/м ³ | Класс опасности | Состояние | Действие на организм человека |
|----------------------|------------------------|-----------------|---------------|--|
| Марганец | 0,05 | 1 | аэрозоли | Утомляемость, сонливость, ухудшение памяти |
| Хром | 0,1 | 1 | аэрозоли | Повышение риска образования рака, заболевания астмой |
| Фтористые соединения | 0,5 | 2 | аэрозоли | Раздражение глаз, кожи, бронхов, воздействие на печень и щитовидную железу |
| Окись углерода | 20 | 4 | пары или газы | Головные боли, одышка, аритмия, слабость |

В сварочных цехах на стационарных рабочих постах, а также, где это возможно, на нестационарных постах следует устанавливать местные отсосы.

В специальных помещениях или металлических шкафах для хранения баллонов со сжиженным газом должна быть предусмотрена естественная вентиляция через верхние и нижние части помещений или шкафов.

Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ, должна соответствовать нормам, приведенным в таблице 10.

Количество вредных веществ, локализуемых местными отсосами, составляет для вытяжных шкафов не более 90%, а для местных отсосов других видов не более 75%. Оставшееся количество вредных веществ (10-20%) должно разбавляться до ПДК с помощью общеобменной вентиляции.

Таблица 10 – Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ

| Процесс сварки | V, м/с |
|----------------|------------|
| Сварка ручная | $\geq 0,5$ |

6.2 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения – это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства. Охрану природы можно представить, как комплекс государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование природы, восстановление, улучшение и охрану природных ресурсов.

Многие предприятия сейчас внедряют новейшие технологии в процесс эксплуатации, отчистки и утилизации отходов производства. Применение сварки в динамическом режиме значительно сокращает время изготовления деталей, но приводит к увеличению затрат электроэнергии, количества электростанций и их мощностей. Соответственно, рост энергопотребления приводит к таким экологическим нарушениям, как глобальное потепление климата, загрязнение атмосферы и водного бассейна Земли вредными и ядовитыми веществами, опасность аварий в ядерных реакторах, изменение

ландшафта Земли. Целесообразным является разработка и внедрение систем с малым потреблением энергии.

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности.

При проведении исследований была выявлена возможная ЧС, это пожар, короткое замыкание – является частой причиной возникновения пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

С целью предотвращения пожаров необходимо:

1. Уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети.

2. Курить только в отведенных для курения местах.

3. В случае возникновения пожара приступить к его тушению имеющимися средствами, эвакуироваться и вызвать по телефону «01», сотовый «010» пожарную службу.

4. Сотрудники должны быть ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре. План эвакуации должен находиться в каждом помещении и на каждом этаже лестничной площадке.

В производственных помещениях проходит большое количество проводов и большое количество электроприборов. Не правильная изоляция данных проводов или отсутствие заземления может привести к поражению человека или к возникновению возгораний.

В целях безопасности помещение оборудовано рубильниками для полного обесточивания помещения, а также изоляция проводов, защитное состояние сети и применение специальных защитных устройств (сетевые фильтры, автоматические выключатели). Осуществляется дистанционный контроль количества кислорода в окружающем воздухе с помощью автоматических или ручных приборов. Согласно нормам, в воздухе должно присутствовать не меньше 19 % кислорода.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовые нормы при проведении сварочных работ устанавливаются Приказом Минтруда России от 23 декабря 2014 г. N 1101н "Об утверждении правил по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ" и Федеральным законом "О техническом регулировании" от 27.12.2002 N 184-ФЗ, а также статьей ТК РФ № 184 "Гарантии и компенсации при несчастном случае на производстве и профессиональные заболевания".

Согласно Статье 92 ТК РФ, сокращенная продолжительность рабочего времени устанавливается для работников, условия труда на рабочих местах которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 3 или 4 степени или опасным условиям труда, - не более 36 часов в неделю. Продолжительность рабочего времени конкретного работника устанавливается трудовым договором на основании отраслевого (межотраслевого) соглашения и коллективного договора с учетом результатов специальной оценки условий труда.

Основной задачей регулирования проектных решений разрешается за счет соблюдения законов (налоговое законодательство, трудовой и гражданский кодексы). Руководитель (ответственный) принимает обязательства выполнения и организации правил эвакуации и соблюдение требования безопасности в помещении.

Требования к размещению систем питания для сварки в динамическом режиме, организации рабочих мест и к производственным помещениям – в соответствии с ГОСТ 12.3.003-2015.

- Рабочие места электросварщиков должны ограждаться переносными или стационарными светонепроницаемыми ограждениями (щитами, ширмами или экранами) из несгораемого материала, высота которых должна обеспечивать надежность защиты.

- Ширина проходов с каждой стороны рабочего стола и стеллажа должна быть не менее 1 м.

- Полы производственных помещений для выполнения сварки должны быть несгораемые, обладать малой теплопроводностью, иметь ровную нескользкую поверхность, удобную для очистки, а также удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям в соответствии с действующими строительными нормами и правилами.

- Расстояние от стены до источника питания должно быть не менее 0,5 м.

- Открытые траектории в зоне возможного нахождения человека должны располагаться значительно выше уровня глаз. Минимальная высоты траектории 2.2.м.

- Рабочее место обслуживающего персонала, взаимное расположение всех элементов (органов управления, средств отображения информации, оповещения и др.) должны обеспечивать рациональность рабочих движений и максимально учитывать энергетические, скоростные, силовые и психофизиологические возможности человека.

- Следует предусматривать наличие мест для размещения съемных деталей, переносной измерительной аппаратуры, хранение заготовок, готовых изделий и др.

- Установки должны эксплуатироваться в специально выделенных помещениях либо могут располагаться в открытом пространстве на фундаментах или платформах транспортных средств.

- Помещения должны соответствовать требованиям пожарной безопасности и иметь необходимые средства предотвращения пожара и противопожарной защиты.

- Отделку помещений следует выполнять только из негорючих материалов. Не допускается применение глянцевых, блестящих, хорошо (зеркально) отражающих излучение сварочной дуги (коэффициент отражения рекомендуется не более 0.4).

- Двери помещений должны иметь знак ультрафиолетовой опасности.

- Высота помещений должна быть не менее 4.2 м. Коммуникации (вода, электроэнергия, воздух, и др.) следует прокладывать под полом в специальных каналах с защитными коробами (возвышение над уровнем пола не допускается) или подвешивать кабели на высоте не менее 2.2 м от пола.

- Помещения должны иметь приточно-вытяжную вентиляцию. При необходимости, рабочие места должны быть оборудованы местной вытяжкой с целью исключения попадания в рабочее помещение продуктов взаимодействия ультрафиолетового излучения с обрабатываемыми материалами.

Общие эргономические требования к рабочим местам при выполнении работ в положении сидя при проектировании нового и модернизации действующего оборудования и производственных процессов устанавливает стандарт ГОСТ 12.2.032-78.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были рассмотрены способы модуляции сварочного тока, варианты раскладки валиков в разделке, и на основании литературных данных был разработан собственный метод сварки модулированным током покрытыми электродами.

Результатом работы являются осциллограммы сварочного процесса, представленные на рисунках 8 – 15, а также образцы корневых слоев швов, выполненных при помощи разработанного метода сварки. На полученных швах хорошо выражено проплавление обратного валика. Корневой слой шва имеет ровную и гладкую поверхность, дефектов в шве не обнаружено.

На основании полученных данных можно сказать, что сварка модулированным током является перспективным методом и обеспечивает высокое качество соединения во всех пространственных положениях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 А.с. 100898 СССР 450109\К-578. Способ сварки тонколистовой стали электрической дугой. // М.П. Зайцев. – Оpubл. в Б.И., 1995. - №7.
- 2 Д.А. Дудко, В.С. Сидорук, С.А. Зацерковный. Технология дуговой сварки с модуляцией параметров режима. // Автоматическая сварка, 1991. - №12, 63с.
- 3 Т.Г. Шигаев. О терминологии сварки модулированным током. //Автоматическая сварка, 1991. - №8, 21с.
- 4 В.Н. Липодаев, В.В. Снисарь, В.П. Елагин, В.С. Сидорук. Влияние модуляции сварочного тока на структуру и трещиностойкость швов. // Автоматическая сварка, 1991. - №8, 21с.
- 5 Д.А. Дудко, В.С. Сидорук, С.А. Зацерковный. Зависимость химического состава металла шва от параметров режима ручной дуговой сварки модулированным током. // Автоматическая сварка, 1989. - №2, 41с.
- 6 А.с. 619307. Устройство для модуляции тока сварочного генератора. // Князьков А.Ф., Сараев Ю.Н.
- 7 А.с. 727361. Устройство для ручной дуговой сварки модулированным током. // Князьков А.Ф., Сараев Ю.Н., Шиков В.П., Дедюх Р.И., Долгун Б.Г., Азаров Н.А., Ушаков С.В. Оpubл. в Б.И., 1980 - №14.
- 8 Б.Е. Патон, А.Г. Потапьевский, Н.В. Подола. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом с программным регулированием процесса. // Автоматическая сварка, 1964. - №1, С.1-6.
- 9 А.с. 768108 СССР. Способ электродуговой сварки с короткими замыканиями дугового промежутка. // Князьков А.Ф., Сараев Ю.Н., Дедюх Р.И.
- 10 А.с. 521089 СССР. Способ импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом. // Зайцев А.И., Князьков А.Ф., Дедюх Р.И. Оpubл. в Б.И. 1976. - №26

- 11 А.с. 603520 СССР. Способ ручной дуговой сварки. // Казакевичюс Ч.А., Лаужадис А.И. Оpubл. в Б.И. 1978. - №15.
- 12 А.с. 904934 СССР. Способ ручной дуговой сварки модулированным током. // Князьков А.Ф., Мазель Л.Г., Дедюх Р.И., Бюл. №6, 15.02.82.
- 13 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие // Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.
- 14 Санитарные правила и нормы 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственной среды;
- 15 Санитарные правила и нормы 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственной среды;
- 16 ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности;
- 17 СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы;
- 18 СНиП 23-05-2010 Естественное и искусственное освещение;
- 19 ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
- 20 ГОСТ 12.1.019-70 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
- 21 ГОСТ Р 22.0.01-94 Безопасность в ЧС. Основные положения;

22 Трудовой кодекс, № 197-ФЗ/ Ст. 184 ТК РФ. Гарантии и компенсации при несчастном случае на производстве и профессиональные заболевания;

23 ГОСТ 12.3.003-86 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Требования к безопасности;

24 ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.