

**Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**

Направление подготовки **15.04.01 Машиностроение**

Отделение *электронной инженерии*

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

|   |
|---|
| Тема работы   |
| <b>Механизм автоматической подачи покрытого электрода</b> |

УДК 621.791.753.012.042.4-52

**Студент**

| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| 1ВМ91  | Муминов Абдукодир Каримович |         |      |

**Руководитель ВКР**

| Должность | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|------------------------|---------|------|
| доцент    | Гордынец А.С | К.Т.Н.                 |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО         | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------|------------------------|---------|------|
| профессор | Гасанов М.А | Д.Э.Н                  |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|------------------------|---------|------|
| профессор | Федорчук Ю.М | Д.Т.Н                  |         |      |

**Нормоконтроль**

| Должность | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|------------------------|---------|------|
| доцент    | Наталинова Н.М | К.Т.Н                  |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Руководитель ООП | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|--------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОЭИ       | Киселев А.С. | К.Т.Н.                 |         |      |

## Планируемые результаты освоения ООП

| Код компетенции СУОС                    | Наименование компетенции СУОС  |
|---|--|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |  |
| УК(У)-1                                 | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий   |
| К(У)-2                                  | Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла  |
| К(У)-3                                  | Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели   |
| УК(У)-4                                 | Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия   |
| УК(У)-5                                 | Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия   |
| УК(У)-6                                 | Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки  |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |  |
| ОПК(У)-1                                | Способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки   |
| ОПК(У)-2                                | Способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы   |
| ОПК(У)-3                                | Способностью использовать иностранный язык в профессиональной сфере  |
| ОПК(У)-4                                | Способностью осуществлять экспертизу технической документации  |
| ОПК(У)-5                                | Способностью организовывать работу коллективов исполнителей, принимать исполнительские решения в условиях спектра мнений, определять порядок выполнения работ, организовывать в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, и их элементов, по разработке проектов стандартов и сертификатов, обеспечивать адаптацию современных версий систем управления качеством к конкретным условиям производства на основе международных стандартов |
| ОПК(У)-6                                | Способностью к работе в многонациональных коллективах, в том числе при работе над междисциплинарными и инновационными  |
| ОПК(У)-7                                | Способностью обеспечивать защиту и оценку стоимости объектов интеллектуальной деятельности   |
| ОПК(У)-8                                | Способностью проводить маркетинговые исследования и подготавливать бизнес-планы выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий в области машиностроения  |
| ОПК(У)-9                                | Способностью обеспечивать управление программами освоения новой продукции и технологий, проводить оценку производственных и непроизводственных затрат на обеспечение требуемого качества   |

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
|                                     | продукции, анализировать результаты деятельности производственных подразделений  |
| ОПК(У)-10                           | Способностью организовывать работу по повышению научно-технических знаний работников   |
| ОПК(У)-11                           | Способностью подготавливать отзывы и заключения на проекты стандартов, рационализаторские предложения и изобретения в области машиностроения   |
| ОПК(У)-12                           | Способностью подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения   |
| ОПК(У)-13                           | Способностью разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ в области машиностроения  |
| ОПК(У)-14                           | Способностью выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении   |
| <b>Профессиональные компетенции</b> |  |
| ПК(У)-1                             | Способностью разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление машин, приводов, оборудования, систем и нестандартного оборудования и средств технологического оснащения, выбирать оборудование и технологическую оснастку                         |
| ПК(У)-2                             | Способностью разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии в машиностроении  |
| ПК(У)-3                             | Способностью оценивать технико-экономическую эффективность проектирования, исследования, изготовления машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов, принимать участие в создании системы менеджмента качества на предприятии                   |
| ПК(У)-8                             | Способностью организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов и программ, проводить работы по стандартизации технических средств, систем, процессов оборудования и материалов   |
| ПК(У)-9                             | Способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов |
| ПК(У)-10                            | Способностью и готовностью использовать современные психолого-педагогические теории и методы в профессиональной деятельности   |

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

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**  
 Направление подготовки **15.04.01 Машиностроение**  
 Отделение **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.С. Киселев

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

|                          |
|--------------------------|
| магистерской диссертации |
|--------------------------|

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

Студенту:

| Группа | ФИО                         |
|--------|-----------------------------|
| 1ВМ91  | Муминов Абдукодир Каримович |

Тема работы:

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Механизм автоматической\ подачи покрытого электрода |                       |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)         | 22-75 с от 22.01.2021 |

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

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

|  |   |
|--|---|
| <b>Исходные данные к работе</b>  | Объектом исследования является механизм автоматического подачи покрытого электрода<br>Режим работы периодический<br>Материал: механизм автоматического подачи покрытого электрода<br>Влияние на окружающую среду минимальное  |
| <b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>        | Литературный обзор отечественных и зарубежных источников информации по теме.<br>Проектирование и конструирование механизма.<br>Анализ выполненной работы<br>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.<br>Социальная ответственность.<br>Заключение |
| <b>Перечень графического материала</b><br>(с точным указанием обязательных чертежей) | Сборочный чертеж механизма плавного перемещения покрытого электрода при дуговой сварке<br>Чертежи узлов механизма   |

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

(с указанием разделов)

| Раздел   | Консультант                   |
|--|-------------------------------|
| Литературный обзор;<br>Объекты и методы исследования;<br>Экспериментальная часть;<br>Заключение. | Гордынец Антон Сергеевич      |
| Финансовый менеджмент,<br>ресурсоэффективность и<br>ресурсосбережение.                           | Гасанов Магерам Али углы      |
| Социальная ответственность   | Федорчук Юрий Митрофанович    |
| Нормоконтроль  | Наталинова Наталья Михайловна |

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

Литературный обзор

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

**Задание выдал руководитель:**

| Должность  | ФИО                      | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|--------------------------|------------------------|---------|------|
| доцент ОЭИ | Гордынец Антон Сергеевич | к.т.н                  |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| 1ВМ91  | Муминов Абдукодир Каримович |         |      |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

|               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                  |
| 1ВМ91         | Муминов Абдукодир Каримович |

|                     |              |                              |                            |
|---------------------|--------------|------------------------------|----------------------------|
| <b>Школа</b>        | <b>ИШНКБ</b> | <b>Отделение школы (НОЦ)</b> | <b>ОЭИ</b>                 |
| Уровень образования | Магистратура | Направление/специальность    | 15.04.01<br>Машиностроение |

|  |   |
|--|---|
| <b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: Тема дипломной работы:<br/>«Механизм автоматической подачи покрытого электрода»</b>   |   |
| <i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса).</i>   | <i>Помещение с искусственной вентиляцией воздуха расположено на 1 этаже. В помещении размещены источники питания для сварки; площадь помещения 37,5 м<sup>2</sup>.</i>  |
| <b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>  |   |
| <b>1. Производственная безопасность</b><br><i>1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследования</i><br><i>1.2. Обоснования мероприятий по защите исследователя от опасных и вредных факторов</i> | <i>1. Вредные факторы:</i><br><i>1.1 Недостаточная освещенность;</i><br><i>1.2 Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры;</i><br><i>1.3 Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ;</i><br><i>1.4 Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ;</i><br><i>1.5 УФИ, СКЗ, СИЗ;</i><br><i>1.5 Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ;</i><br><i>2. Опасные факторы:</i><br><i>2.1 Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, Rзаземления, СКЗ, СИЗ; Проведен расчет освещения рабочего места; представлен рисунок размещения светильников на потолке с размерами в системе СИ;</i><br><i>2.2 Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации.</i> |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>2. Экологическая безопасность</b><br/> 2.1 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду</p>  | <p>Наличие промышленных отходов (вторцвет- и чермет, перегоревшие люминесцентные лампы, огарки электродов, отрезных кругов, абразивная пыль, аэрозоли) и способы их утилизации;</p>   |
| <p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b><br/> 3.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте<br/> 3.2 Обоснования мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действий в случае ЧС</p> | <p>Рассмотрены 2 ситуации ЧС:<br/> 1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте);<br/> 2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.</p> |
| <p><b>4. Перечень нормативно-технической документации.</b></p>   | <p>– ГОСТы, СанПиНы, СНиПы</p>  |

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО          | Подпись | Дата |
|--------|--------------|---------|------|
| 1ВМ91  | Муминов А.К. |         |      |

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

Студенту:

|               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                  |
| 1ВМ91         | Муминов Абдукодир Каримович |

|                            |              |                                  |                                     |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Школа</b>               | <b>ИШНКБ</b> | <b>Отделение</b>                 | Отделение информационных технологий |
| <b>Уровень образования</b> | Магистратура | <b>Направление/специальность</b> | 15.04.01 Машиностроения             |

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

|  |   |
|--|---|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | <i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; наблюдение.</i> |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов   |   |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                  |   |

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

|  |  |
|--|--|
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта                      |
| 2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований   | Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.   |
| 3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок                        | Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ  |
| 4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности  | Проведение оценки экономической эффективности определения отношений между пользователями социальной сети Twitter на основе анализа текста сообщений. |

**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 НТИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

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

**Задание выдал консультант:**

|                  |                           |                               |                |             |
|------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Должность</b> | <b>ФИО</b>                | <b>Ученая степень, звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| Профессор        | Гасанов Магеррам Али оглы | д.э.н                         |                |             |

**Задание принял к исполнению студент:**

|               |                             |                |             |
|---------------|-----------------------------|----------------|-------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                  | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| 1ВМ91         | Муминов Абдукодир Каримович |                |             |

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 113 листов, 23 таблицы, 18 рисунков, 45 источника, 2 приложения.

Ключевые слова: механизм автоматической подачи покрытого электрода.

Объектом исследования является дуговая сварка покрытыми электродами.

Целью данной работы является снижение человеческого фактора на процесс сварки, путем создания механизма автоматической подачи покрытого электрода.

Для достижения поставленной цели были проанализированы и решены ряд задач, такие как:

- Проанализированы аналогичные отечественные и зарубежные патенты и литературные источники информации по данной теме.

- Рассчитаны материальные затраты для НИР.

- Подобрать материалы и детали для работы.

- Проведены необходимые расчеты и работы по сварке и сборке механизма.

Результаты работы в полной мере показывает необходимость продолжить исследовать и изобретать оптимальный механизм для подачи покрытого электрода. Внедрения разработанный изобретение в производство можно после проведение опытов и различных видов контроля над сварным швом полученного с помощью механизма подачи покрытого электрода.

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 13 |
| 1. Литературный обзор .....  | 14 |
| 1.1 Сварочное производство .....   | 14 |
| 1.3 Процессы ручной дуговой сварки: особенности .....  | 15 |
| 1.3.1 Дуговое сваривание ручным способом: зажигание дуги.....  | 16 |
| 1.3.3 Ручное сваривание в разных положениях: техника .....   | 19 |
| Ручная дуговая сварка в нижнем положении.....  | 19 |
| Ручное дуговое сваривание в вертикальном положении.....  | 20 |
| Ручная дуговая сварка: потолочное положение. ....  | 20 |
| 1.4 Применяемые электроды.....   | 21 |
| 1.5 Описание и анализ запатентованных установок для гравитационной сварки<br>покрытыми электродами ..... | 22 |
| 2 Характеристика механизма .....   | 43 |
| 2.1 Механизм автоматической подачи покрытого электрода .....   | 43 |
| 3 Результат исследования.....  | 46 |
| 4 Социальная ответственность .....   | 48 |
| 4.2 Производственная безопасность .....  | 48 |
| 4.2.1 Оптимальные показатели микроклимата в помещении .....  | 48 |
| 4.2.3. Повышения уровня вредных вещества.....  | 51 |
| 4.2.4. Работа электрическим током .....  | 53 |
| 4.2.5 Расчет искусственного освещения.....   | 55 |
| 4.2.7 Экологическая безопасность.....  | 59 |
| 4.2.8 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....  | 61 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 5     | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....  | 64 |
| 5.1   | Предпроектный анализ .....  | 64 |
| 5.1.1 | Потенциальные потребители результатов исследования .....  | 64 |
| 5.1.2 | Анализ конкурентных технических решений.....  | 65 |
| 5.1.3 | SWOT – анализ.....  | 66 |
| 5.2   | Оценка готовности проекта к коммерциализации.....   | 70 |
| 5.3   | Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования .....  | 72 |
| 5.4   | Инициация проекта .....   | 73 |
| 5.5   | Цели и результат проекта.....   | 73 |
| 5.6   | Определение возможных альтернатив проведения научных исследований .....   | 74 |
| 5.7   | Структура работ в рамках научного исследования .....  | 74 |
| 5.8   | Планирование научно-исследовательских работ .....   | 75 |
| 5.9   | Разработка графика проведения научного исследования.....  | 76 |
| 5.10  | Расчет материальных затрат НИИ.....   | 78 |
| 5.11  | Бюджет научно-технического исследования (НИИ) .....   | 79 |
| 5.12  | Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы .....  | 79 |
| 5.13  | Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....  | 80 |
| 5.14  | Накладные расходы .....   | 80 |
| 5.15  | Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....   | 81 |
| 5.16  | Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..... | 82 |
|       | Заключение .....  | 85 |
|       | Список литературы .....   | 86 |

|   |     |
|---|-----|
| Приложение А. <u>Coated electrode automatic feed mechanism.</u> .....                               | 90  |
| Приложение В. <u>Сборочный чертеж механизма автоматической подачи<br/>покрытого электрода</u> ..... | 110 |

## **Введение**

Мировые достижения в области механизации, автоматизации и роботизации сварочных работ, достигли высоких показателей, но роль сварщика в сварочном производстве остается не заменимой. В настоящее время человеческий фактор играет очень большой роль в производстве и не всегда в положительную сторону. Постоянные статические нагрузки испытывает сварщик, удерживая навесу свой инструмент. Статическая же работа, как установлено физиологами, на 85% тяжелей динамической. При всем этом рядом со сварщиком, на расстоянии полусогнутой руки, находится мощный и опасный источник тепла, сварочных аэрозолей и светового излучения инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов.

Целью данной работы является снижение человеческого фактора на процесс сварки, путем создания механизма автоматической подачи покрытого электрода.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач, такие как:

- Проанализировать аналогичные отечественные и зарубежные патенты и литературные источники информации по данной теме;
- Рассчитать материальные затраты на научную техническое исследование (НТИ);
- Провести необходимые расчеты и провести работы по сварке и сборке механизма.

## 1. Литературный обзор

### 1.1 Сварочное производство

Сварка — процесс получения неразъёмных соединений посредством установления меж атомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, пластическом деформировании или совместном действии того и другого. Больше всего с помощью сварки соединяют детали из металлов. Однако сварку применяют и для неметаллов (полимеры) — пластмасс, керамики или их сочетания.

При сварке используются разные источники энергии: электрическая дуга, электрический ток, газовое пламя, лазерное излучение, электронный луч, ультразвук, трение. Развитие технологий позволяет в настоящее время проводить сварку не только в условиях промышленных предприятий, но в полевых и монтажных условиях (в степи, в поле, в открытом море и т. п.), под водой и даже в космосе.

Процесс сварки связан с пожарной опасностью; поражение электрическим током; отравление вредными газами; повреждение глаз и других частей тела тепловым, ультрафиолетовым, инфракрасным излучением и брызгами расплавленного металла. Первые методы сварки возникли у истоков цивилизации - с началом использования и обработки металлов. Производство металлических изделий было широко распространено в местах залегания железных руд и руд цветных металлов.

Первый сварочный операцией был сварка ковкой. Необходимость поправки, выпуска более совершенных изделий приводила к необходимости создание и совершенствованию металлургических и сварочных процессов.

Сварка с применением электричества для нагрева металла появилась с открытием электричества, электрической дуги.

В 1802 году русский учёный Василий Петров обнаружил явление электрической дуги и опубликовал информацию о проведённых экспериментах с дугой.

В 1881 – 1882 годах изобретатели Н. Н. Бенардос и Н. Г. Славянов, работая независимо друг от друга, разработали метод соединения металлических деталей с использованием сварки.

В 1905 году русский учёный В. Ф. Миткевич предложил эксплуатировать электрическую дугу, возбуждаемую трёхфазным током, для проведения сварки. В 1919 году сварка с применением переменного тока была изобретена С. J. Holslag.

Сварочные процессы были усовершенствованы в XIX веке учёными Элиу Томсон, Эдмунд Дэви и др. В XX веке в СССР над проблемами сварки занимались Е. О. Патон, Б. Е. Патон, Г. А. Николаев. Советские учёные первыми обнаружили и изучили проблемы и особенности сварки в невесомости и эксплуатировали сварку в космосе. Первую в мире сварку в обстановки глубокого вакуума в космосе провели 16 октября 1969 года на космическом корабле «Союз-6» космонавты Георгий Степанович Шонин и Валерий Николаевич Кубасов.

С конца 1960-х гг в промышленности начинают эксплуатировать сварочные процессы. К началу XXI века роботизация сварочных процессов приобрел весьма широкие масштабы [5].

### **1.3 Процессы ручной дуговой сварки: особенности**

Наиболее распространенный вид сваривания на сегодняшний день – это ручная дуговая сварка. Являясь одним из самых старых видов, ручное сваривание по популярности не уступает современным автоматизированным и механизированным способам сварки. Процессы ручной дуговой сварки идеально подходят для большинства работ благодаря тому, что позволяют получить соединение высокого качества.

Рассказывая про процессы ручной дуговой сварки, остановимся на процессе поджигания дуги, способах сваривания, видах швах и прочих особенностях сваривания электродугой [1].

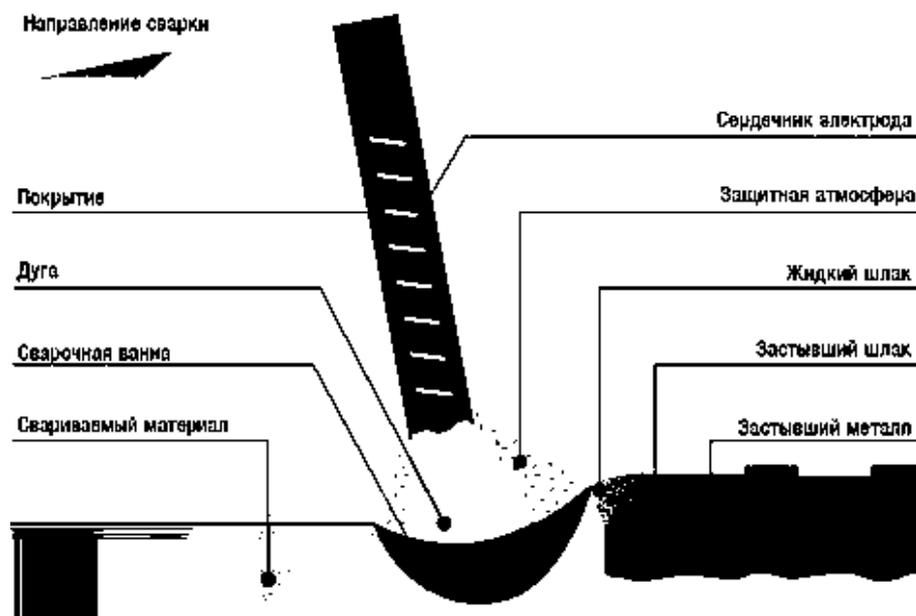


Рисунок 1 – Процесс ручной дуговой сварки

### 1.3.1 Дуговое сваривание ручным способом: зажигание дуги

Сварочная дуга – это довольно мощный устойчивый разряд электрического тока, который образуется в ионизированной среде, состоящей из газов и паров металла. Процесс поджигания дуги связан с тем, что промежуток, в котором образуется дуга, становится ионизированным.

Дуга способствует нагреванию и расплавлению как металлоизделия, которое сваривается, так и электрода. Процесс сваривания при расплавлении металла подразумевает образование сварочной ванны. В ней осуществляется смешивание металла, который был наплавлен с изделия, и металла с электрода. Заметим, что размер такой ванны напрямую связан с положением шва, скоростью сваривания, видом соединения элементов и пр. Шлак, который неизбежно присутствует в электродах и в самом металле, во время плавления и смешивания поднимается на поверхность и при застывании покрывает сварной шов.

Возбуждение электродуги возникает после того, как конец электрода прикоснется к изделию, которое подлежит сварке. Этот процесс сопровождается

коротким замыканием, из-за чего происходит зажигание дуги. При этом электрод довольно быстро нагревается и начинает плавиться.

Когда электрод отводится от металлоизделия, промежуток между ними ионизируется, появляется сварочная дуга. Опытные сварщики знают: для возникновения стабильной электродуги электрод убирают от металлоизделия на расстояние, не превышающее (4-5) мм. Если промежуток будет слишком большим, дуга не возбуждается.

Зажигание дуги может производиться двумя способами:

- электрод прямо отрывают от металлоизделия, подлежащего сварке.
- сварка происходит благодаря скольжению электрода по металлоизделию.

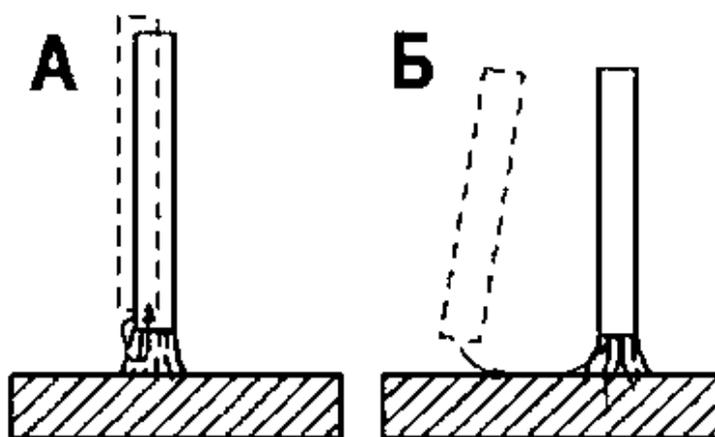


Рисунок 2 – Зажигание дуги, а) отрывом, б) скольжением

Чтобы обеспечить необходимое качество шва и достаточное проплавление металла, сварщик очень внимательно следит за длиной дуги, которая может быть короткой или длинной. Но главное, дуга в процессе сваривания должна быть стабильной, а это зависит от правильной скорости перемещения электрода и поддержании необходимой длины дуги [1].

### 1.3.2 Как следует перемещать электрод в процессе сварки

В процессе сваривания электрод может перемещаться в трех направлениях:

- Продвижение, совпадающее с осью электрода. Так длина дуги остается постоянной. При этом электрод необходимо перемещать со скоростью, которая бы не превышала скорость его плавления. Конечно, это значение напрямую зависит от условий сваривания, оно не должно быть меньшим или большим (0,5–1,2) мм. Качество сварки может снизиться из-за слишком маленького значения, слишком большое может спровоцировать большое количество брызг металла, появление не проваров, уменьшение качества сварного соединения.

- Передвижение электрода вдоль оси валика для создания шва. Это движение осуществляется со скоростью, которая связана с силой тока, диаметром выбранного электрода и скоростью плавления, видом шва и пр. Если не совершать поперечных движений электродом, то шов выйдет довольно узким, его ширина будет равна приблизительно 1,5 мм диаметра самого электрода. Такие соединения необходимы при сваривании листов металла небольшой толщины для создания первого слоя, если планируется, что шов будет многослойным.

- Электрод может двигаться поперек шва, чтобы получились необходимая ширина и глубина проплавления. Такими поперечными движениями пользуются только опытные специалисты по свариванию, если это позволяют расположение шва, его размеры, свойства металла, форма кромок и другие параметры. При таких поступательных колебательных движениях можно получить довольно широкие швы (1,5–5) мм значений диаметра электрода [2].

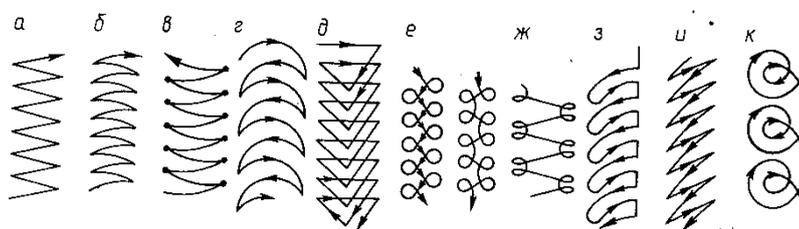


Рисунок 3 – Виды перемещение электрода момент сварки

### 1.3.3 Ручное сваривание в разных положениях: техника

Техника дугового сваривания ручным способом зависит, в первую очередь, от положения шва в пространстве. Специалисты выделяют три таких положения:

- нижнее (до 60 градусов);
- вертикальное (от 60 до 120 градусов);
- потолочное (от 120 до 180 градусов).

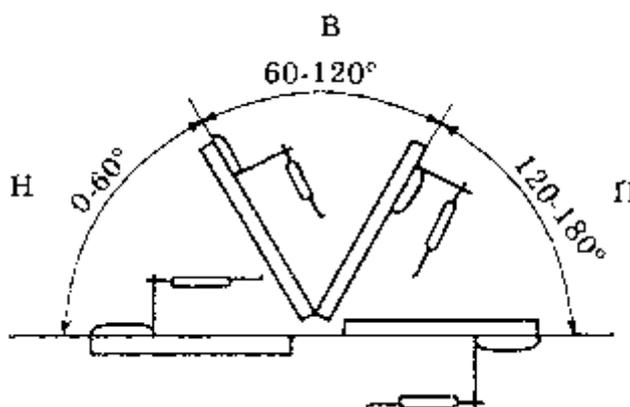


Рисунок 4 – Виды положение электрода момент сварки

Ручная дуговая сварка в нижнем положении.

Каждое положение при сваривании связано с определенными трудностями. Так, например, сваривание в нижнем положении связано с риском получить прожоги.

На рисунке можно увидеть разные варианты выполнения швов в таком положении. Сложнее всего даются односторонние швы, выполняемые на весу. В таких случаях нередки непровары или, наоборот, прожиги. Чтобы этих неприятных явлений можно было избежать, опытные специалисты используют несколько методов сварки. Среди них:

- Сваривание осуществляется на специальной подкладке из меди;
- Использование в процессе сваривания подкладки из стали;
- Наложение специального подварочного шва;

- Вырубка, образовавшегося не провара и заваривание корня шва.

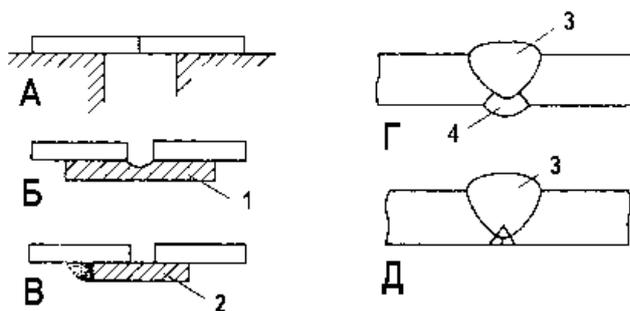


Рисунок 5 – Виды положение электрода момент сварки (нижнем положении)

Ручное дуговое сваривание в вертикальном положении.

Одной из главных проблем, возникающей при вертикальном сваривании, является истекающий расплавленный металл, который в значительной степени влияет на качество шва, глубину проплавления. При сваривании в вертикальном положении швы должны делаться при движении руки вверх. Этот прием позволяет делать швы с необходимым проваром и поддерживать расплавленный металл на кромках.

Сложнее всего даже специалистам даются швы, расположенные горизонтально, на вертикальной плоскости. В этом случае металл, который плавится в процессе сварки, попадает на нижнюю деталь.

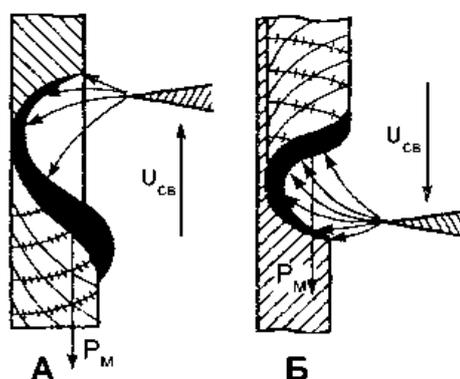


Рисунок 6 – Виды положение электрода момент сварки (вертикальном положении)

Ручная дуговая сварка: потолочное положение.

Наверное, самым сложным приемом сваривания изделий является сваривание в потолочном положении. Здесь очень важно следить за силой поверхностного натяжения, которая необходима для того, чтобы сдерживать металл в ванной. Важно, чтобы данная сила была больше, чем вес расплавленного металла. Добиться этого можно, если уменьшить сварочную ванну, а также, если в процессе сваривания давать металлу возможность слегка закристаллизоваться (то есть немного поостыть). Кроме того, при таком сваривании используют электроды с небольшим диаметром, меньшую силу тока [4].

#### **1.4 Применяемые электроды**

Для ручной дуговой сварки используют плавящиеся электроды. Электроды изготовлены из проволоки и электродного покрытия.

Выбор электродов зависит от ряда факторов, в том числе присадочного материала, положения сварки и требуемых свойств сварного шва. Покрытие используют для поддержания устойчивого горения дуги; защиты зоны сварочной дуги от воздействия кислорода, азота, водорода в воздухе. Чтобы предотвратить сварочное загрязнение, в покрытие вводят раскислители для очистки сварного шва, что улучшает стабильность дуги и обеспечивает процесс легирующими элементами, улучшающими качество сварки.

Состав металла электродов схож или идентичен металлу основного материала. Но часто существует небольшое различие, которое сильно воздействует на свойства получаемого сварного шва. Например, электроды из нержавеющей стали иногда используются для сварки изделий из углеродистой стали и для сварки деталей из нержавеющей стали с углеродистой сталью.

Для идентификации электродов, американское сварочное общество присвоило электродам четырех- или пятизначные номера и буквы. Обозначение электродов, изготовленных из мягкой и низколегированной стали, начинается с буквы E, затем следует число. Первые две или три цифры номера указать предел

прочности на разрыв металла сварного шва, в тысячу фунтов на квадратный дюйм. Предпоследняя цифра 1 - быстро затвердевающие электроды, 2 - быстро заполняющие электроды для горизонтальной сварки. Сварочный ток и тип покрытия электрода определяются последними двумя цифрами.

В России электроды, предназначенные для сварки углеродистых и низколегированных сталей, а также легированных с повышенной и высокой прочностью маркируются так: первым ставится индекс Э - электрод для ручной дуговой сварки и наплавки; последующие цифры обозначают предел прочности при растяжении в кг/мм<sup>2</sup>; индекс А информирует, что металл шва имеет повышенные свойства по пластичности и ударной вязкости.

Электроды для сварки теплоустойчивых, высоколегированных сталей и для наплавки, имеют обозначения: индекс Э - электрод для ручной дуговой сварки и наплавки; дефис; последующие цифры указывают на содержание углерода в сотых долях процента; следующие буквы и цифры, определяют содержание химических элементов в процентах<sup>[1]</sup>.

В России покрытые электроды для ручной дуговой сварки или наплавки регламентируются ГОСТ-том

В международной практике действующими стандартами на электроды являются стандарты ISO [21].

### **1.5 Описание и анализ запатентованных установок для гравитационной сварки покрытыми электродами**

Одной из первых является установка, внешний вид которой представлен на рисунке 7. Особенностью конструкции является то, что сварка применима только для тавровых швов. Зажигание дуги происходит посредством угольного электрода [25].

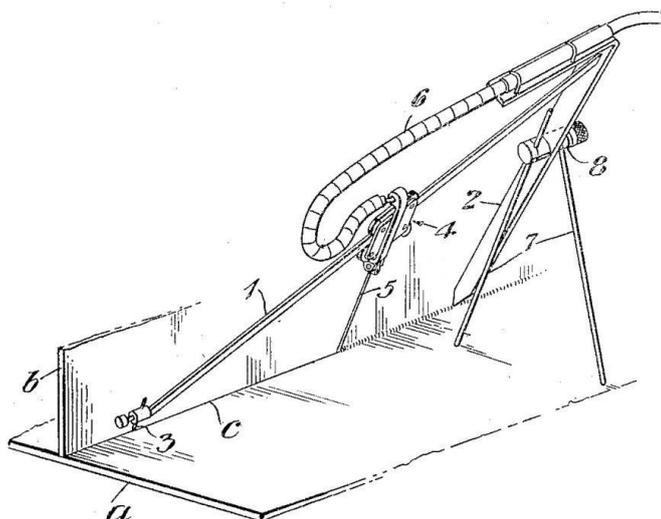


Рисунок 7 – Внешний вид конструкции установки для гравитационной сварки тавровых швов

На рисунке 7 изображены свариваемые детали, представляются в виде горизонтальной пластины, а и вертикальной боковой пластины б. Поверхности пластин образуют рабочий угол с, вдоль которого должен быть выполнен сварной шов. Установка состоит из наклонной направляющей 1, которая верхним концом закреплена на опоре 2, а нижнем закреплена на штифте 3. На наклонной направляющей закреплена электродная каретка 4, в которой закреплён электрод 5. Каретка 4 перемещается непосредственно под действием силы тяжести по наклонной направляющей 1. Ток на электрод подается через гибкий кабель 6. Также конструкция поддерживается дополнительными опорами 7, закрепленных подвижно на опоре 2 посредством хомута 8, которые поддерживают установку в вертикальном положении.

Конструкция данного типа установки довольно простая, однако имеет недостатки, которые заключаются в несовершенстве перемещения каретки по направляющей. Так как каретка по отношению к горизонтальной поверхности находится под наклоном, то можно предположить, что перемещение каретки будет неравномерным, тем самым будет происходить нарушение геометрии шва, не провары, прожоги, а также периодическим залипанием электрода.

В дальнейшем была разработана еще одна модель установки для гравитационной сварки, которая показана на рисунке 8 [26].

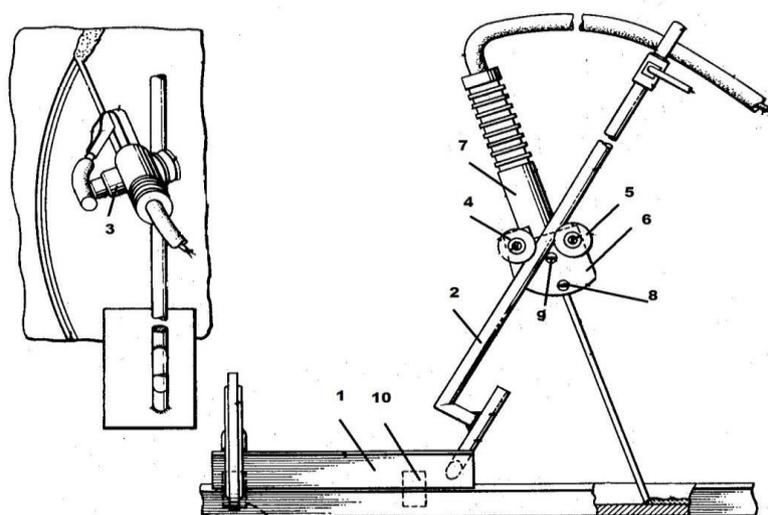


Рисунок 8 – Внешний вид конструкции установки для гравитационной сварки криволинейных швов

Основным преимуществом, является перемещение электрода по кривой и автоматическое прерывание сварочной дуги. Конструкция установки состоит из: опорной плиты 1, на которой с помощью сварки закреплена наклонная направляющая 2. На наклонной направляющей закреплена подвижно каретка 3, состоящая из роликов 4, 5 и текстолитовой пластины 6. К пластине 6 прикреплен электрододержатель 7, болтами 8,9. Опорная плита имеет отверстия 10, для жесткого закрепления конструкции зажимами. Наклонная направляющая в нижней части имеет канавку для автоматического прерывания сварочной дуги.

Однако конструкция установки имеет ряд недостатков: угол наклона направляющей остается постоянным, так как соединение опорной плиты и направляющей неразъемное; перемещение каретки по направляющей происходит на ребре роликов, а не в пазе, как и должно быть, тем самым добавляя дополнительное сопротивление, что приводит к образованию поверхностных дефектов и нарушению геометрии шва, при выполнении облицовочного шва произойдет отклонение рабочей поверхности электрода от траектории шва.

Существует еще один вид конструкции, который представлен на рисунке 9 [27].

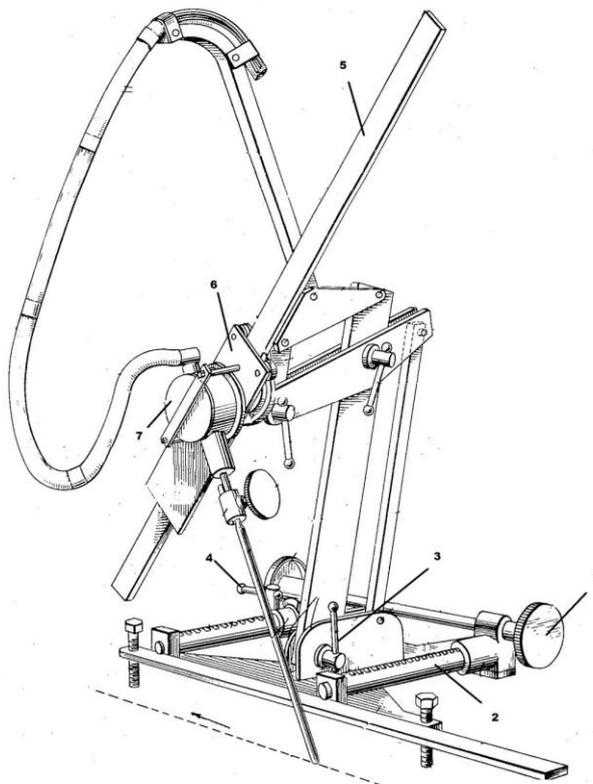


Рисунок 9 – Внешний вид конструкции установки для гравитационной сварки прямолинейных швов

На рисунке 9 представлена конструкция установки для гравитационного типа сварки. Конструкция установки, более усовершенствованная в отличии от ранних типов конструкций. В конструкции установки появилась зубчатая передача 1, с помощью которой есть возможность регулирования перемещения установки в поперечном направлении по зубчатой рейки 2. Помимо поперечного перемещения, можно менять угол наклона установки при помощи рычагов 3 и 4. Данные виды перемещения установки являются основными ее преимуществами. Также, как и все типы конструкций для гравитационной сварки, установка имеет наклонную направляющую 5 по которой перемещается каретка 6. На каретке закреплен электроддержатель 7.

Однако конструкция также, как и вышеупомянутые имеет недостатки: из-за многофункциональности конструкция имеет большие габариты и вес, рабочая

часть электрода также, как и в предыдущих разработках, ничем не зафиксирована, тем самым это может привести к отклонению электрода в поперечном направлении.

Следующий вид устройства для сварки наклонным электродом представлен на рисунке 10 (а, б) [28].

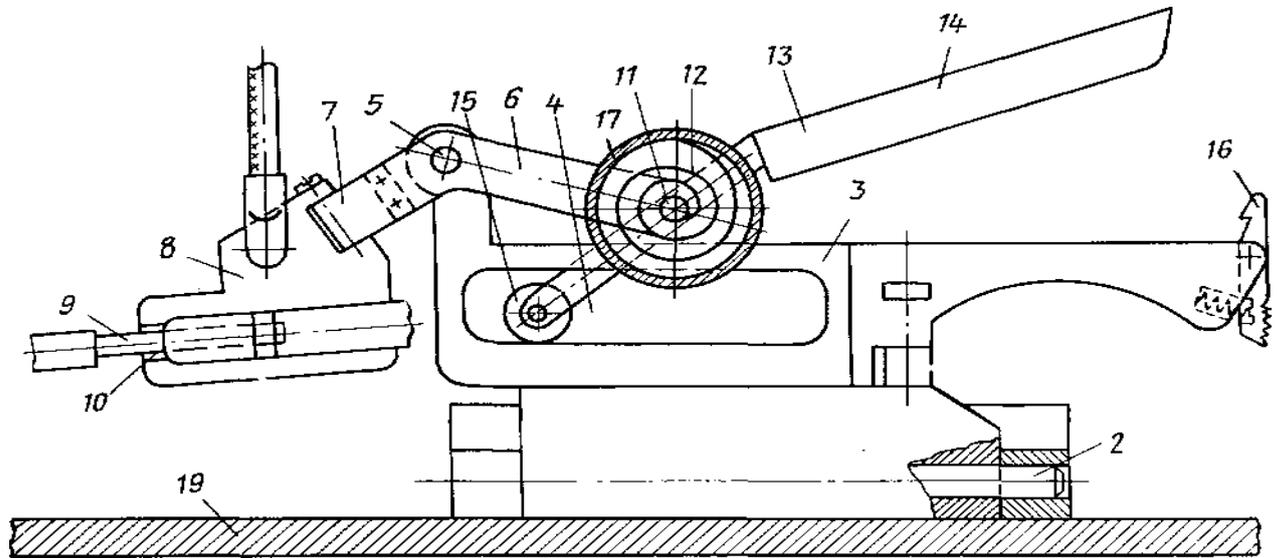


Рисунок 10а - Устройство для сварки наклонным электродом вид сбоку

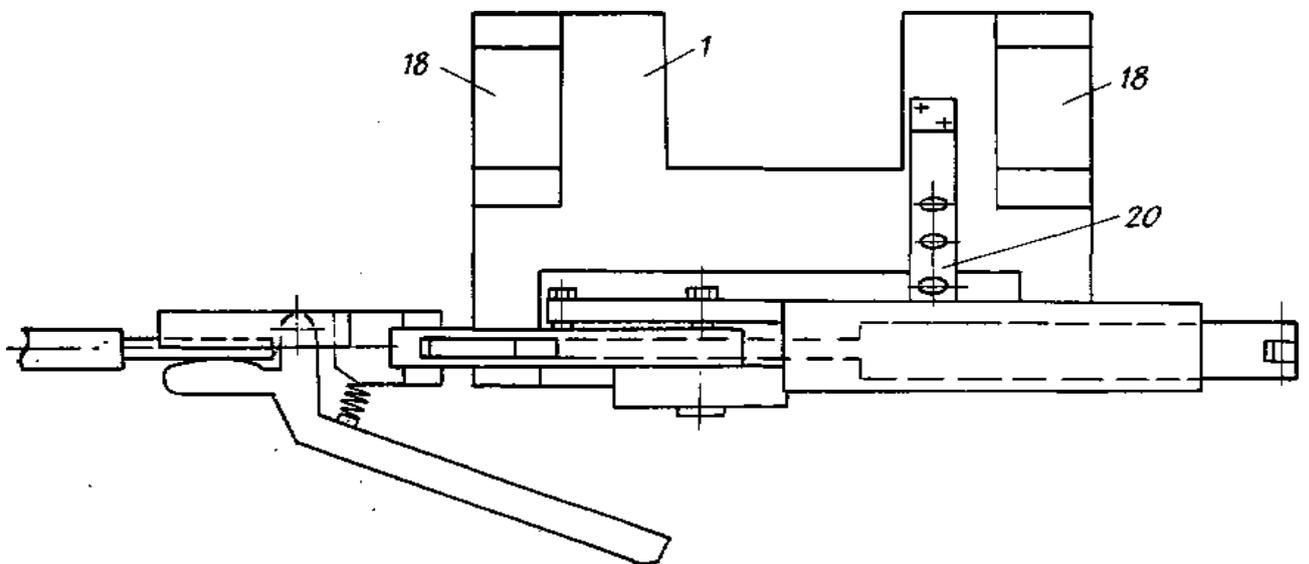


Рисунок 10б - Устройство для сварки наклонным электродом вид сверху

В предложенном устройстве для упрощения изготовления в стойке выполнен направляющий паз и шарнирно установлен двухплечий рычаг, на одном из плеч которого закреплен электроддержатель, при этом узел поджима

электрода к изделию выполнен в виде подпружиненной рукоятки, средней частью связанной с одним из плеч упомянутого двулучевого рычага и несущей на одном из концов ролик, взаимодействующий с пазом стойки, а электроддержатель размещен между основанием и осью поворота двулучевого рычага [28].

Предлагаемое устройство содержит основание 1, ось 2 и вращаемую на ней стойку 3 с направляющим пазом 4. Стойка 3 с помощью оси 5 соединена с двулучевым рычагом 6, на левом плече которого через изолятор 7 закреплен электроддержатель 8 с электродом 9, установленным в отверстие 10, а правое плечо с помощью оси 11 и пружины 12 соединено с узлом поджима электрода 13. На одном конце рычажной рукоятки 14 этого узла расположен ролик 15, а второй конец может быть закреплен в исходном положении защелкой 16 [6].

Ось 11 шарнирно соединена с двулучевым рычагом 6 и неподвижно с рычажной рукояткой 14 и одним концом пружины 12. Второй конец пружины 12 закреплен в обойме 17, которая надета на ось 11 и неподвижно соединена с двулучевым рычагом [6].

Основание 1 снабжено магнитами 18, с помощью которых устройство закреплено на свариваемом изделии 19. Стойка 3 с помощью дугообразной скобы 20 с отверстиями зафиксирована в определенном положении относительно основания 1.

Следующий вид устройства для сварки наклонным электродом представлен на рисунке 11 (а, б, в) [29].

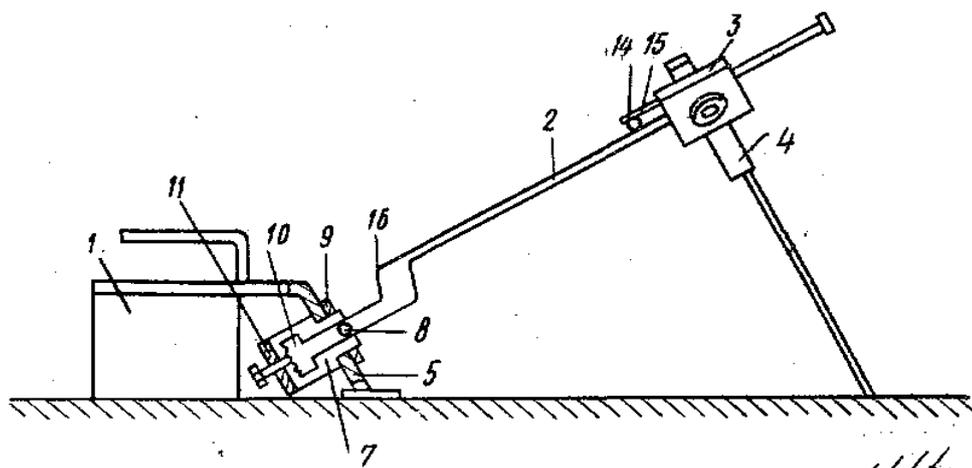


Рисунок 11 а – Устройство для сварки наклонным электродом

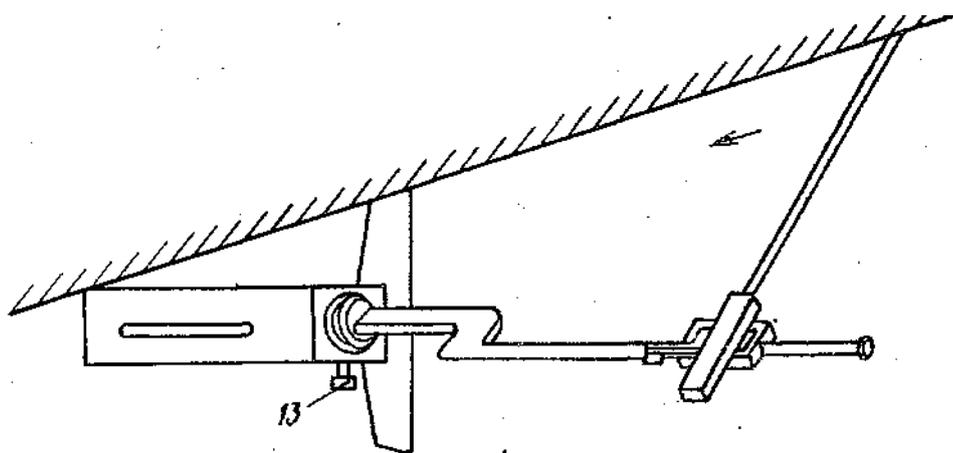


Рисунок 11 б – Устройство для сварки наклонным электродом

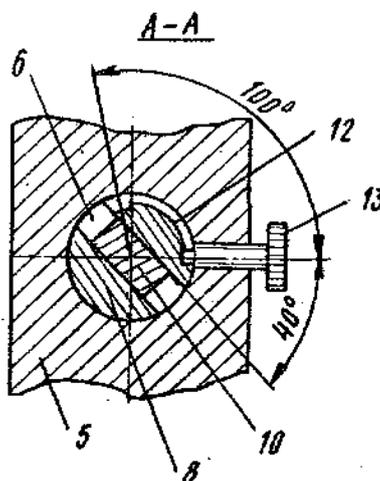


Рисунок 11 в – Устройство электроддержателя для сварки наклонным электродом

На рис. 11а изображено устройство, вид сбоку; на рис. 11б - вид сверху; на рис. 11в - разрез А-А по шарнирному механизму.

Устройство содержит основание 1 с постоянным магнитом и направляющей штангой 2, подвижной кареткой 3 и электроддержателем 4.

На основании 1 закреплен опорный кронштейн 5. Направляющая штанга 2 установлена в отверстии 6 опорного кронштейна посредством втулки 7, оси 8 и поджимной гайки 9. На конце штанги 2 выполнен зубчатый сектор 10, взаимодействующий с регулировочным винтом 11. Для установки требуемого

угла поворота штанги 2 относительно вертикальной плоскости во втулке 7 выполнен паз 12, а в опорном кронштейне 5 смонтирован винт 13. Каретка 3 снабжена роликом 14, поджатым пружиной 15 к штанге 2, с уступом 16 [7].

Следующий вид устройства для сварки наклонным электродом представлен на рисунке 12 (а, б, в, г) [30].

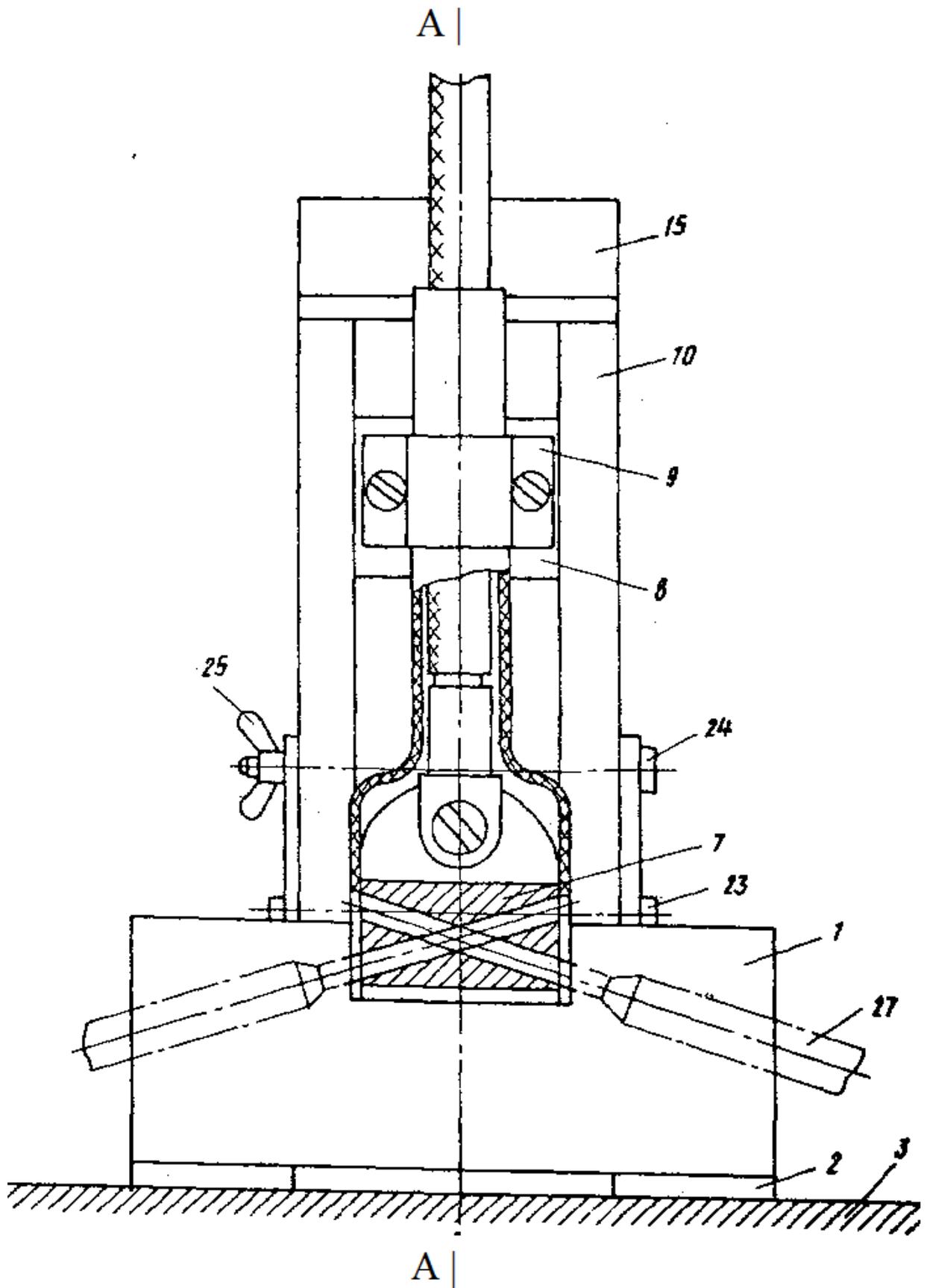


Рисунок 12 а - Устройство электроддержателя для сварки наклонным электродом

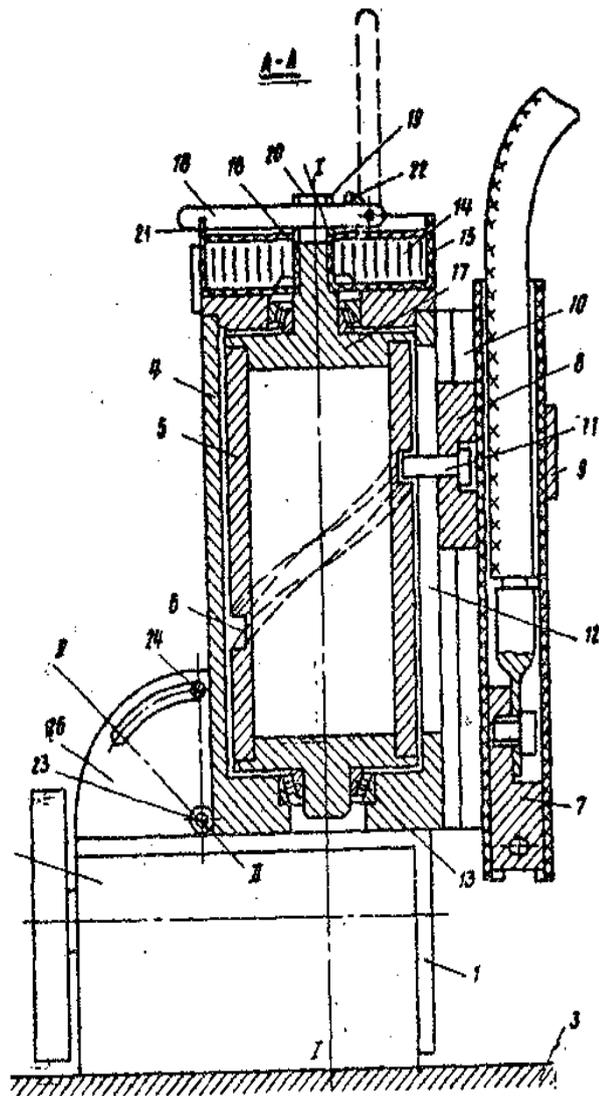


Рисунок 12 б - Разрез А-А

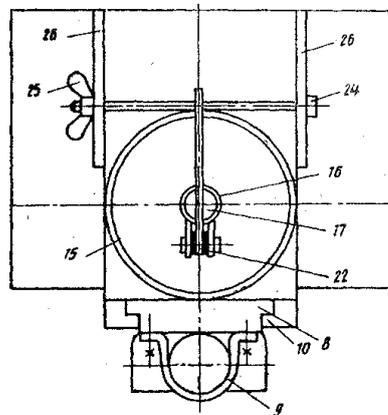


Рисунок 12 в - Устройство, вид сверху

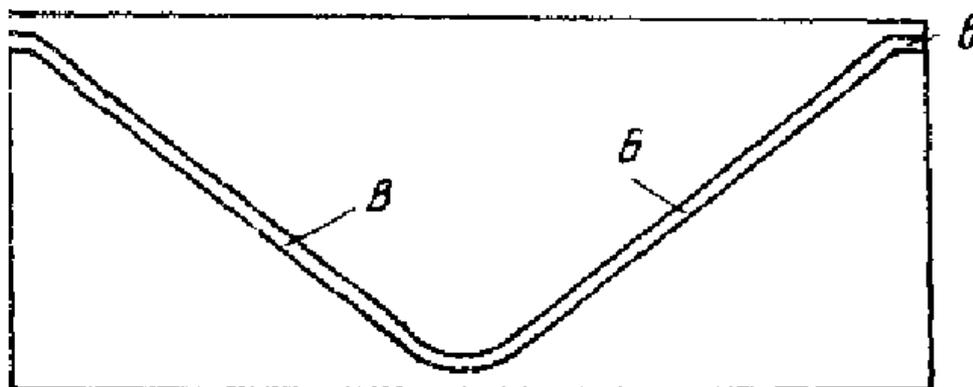


Рисунок 12 г - Цилиндр с пазом, развертка

На рис.12а изображено устройство, общий вид; на рис. 12б - разрез А-А; на рис. 12в - устройство, вид сверху; на рис. 12г - цилиндр с пазом, развертка.

Устройство состоит из основания 1 с элементами фиксации 2, устройства на свариваемой поверхности 3 (например, постоянных магнитов), корпуса 4 с установленным в нем барабаном 5 с синусоидальным замкнутым пазом 6, электроддержателя 7, закрепленного на подвижной каретке 8 скобой 9. Подвижная каретка 8 установлена в направляющих 10 корпуса 4 с возможностью вертикального перемещения и с помощью штыря 11 взаимодействует с пазом 6 барабана 5 через окно 12 в корпусе 4. Барабан 5 установлен в корпусе 4 на шарикоподшипниках 13 шарнирно и подпружинен относительно его спиральной заводной пружины 14, один конец которой зафиксирован в обойме 15, закрепленной на корпусе 4, а другой - на втулке 16, соединенной с поворотной осью 17 барабана 5 посредством рукоятки 18 через торцовые проточки 19 во втулке 16 и 20 в оси 17. В обойме 15 имеется торцовая проточка 21. Рукоятка 18 поджимается к обойме 15 пружиной 22. Корпус 4 с помощью оси 23, винта 24, гайки-барашка 25 и пластин 26 шарнирно соединен с основанием 1 [8].

Устройство позволяет повысить качество сварного шва за счет обеспечения равномерной глубины проплавления. Кроме того, оно не требует переналадки при сварке "слева - направо" или "справа - налево".

Начиная с 1940-х годов, сварка наклонным электродом широко стала применяться на корабельных верфях Японии. После чего гравитационный тип сварки нашел широкое применение в США, где и приобрел новые варианты установок и многочисленные патенты по данному типу сварки [4].

Следующий вид устройства для сварки наклонным электродом представлен на рисунке 13 [31].

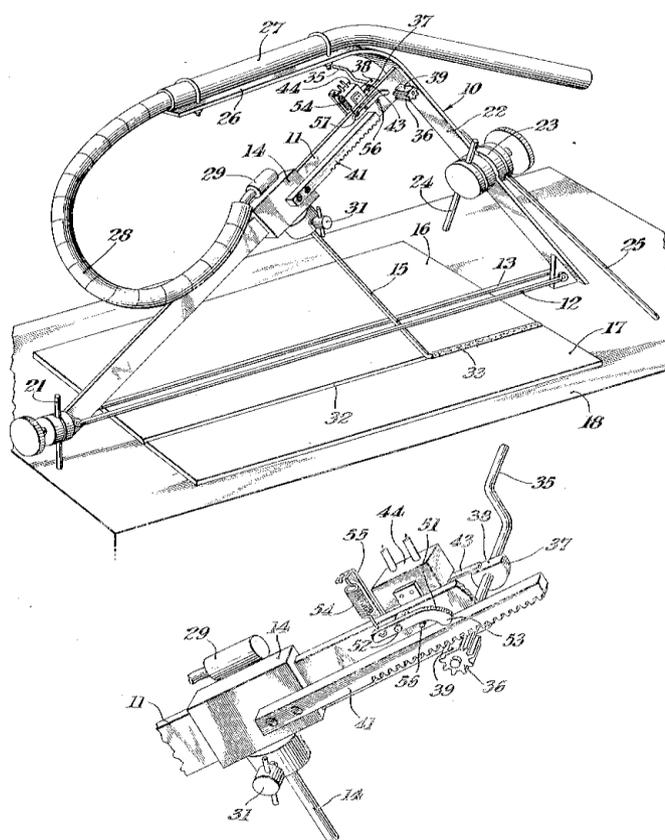


Рисунок 13 – Устройство для сварки наклонным электродом и электроддержатель

Настоящее изобретение относится к устройству для дуговой сварки с гравитационной подачей.

Задачей настоящего изобретения является создание устройства для дуговой сварки с гравитационной подачей, в котором могут использоваться стандартные или однородные электроды.

Согласно настоящему изобретению на верхнем конце наклонной или скользящей части предусмотрено устройство, выполненное с возможностью медленного отвода электрода от металлической заготовки для получения начальной дуги. Это устройство управляется вручную, и после того, как дуга зажжется, можно легко освободить электрод и запустить электрод при его падении по наклону, чтобы выполнить операцию сварки. Составной частью устройства является электрический переключатель, имеющий рычаг, приспособленный для зацепления с помощью ручного средства, которое поднимает электрод, чтобы одновременно замыкать его контакты и запускать электрический ток в электроде. Приводимое в действие вручную средство принимает форму кривошипа с частичной шестерней на нем, приспособленной для зацепления рейки на скользящем держателе электрода. Эта шестерня имеет плоскую часть для освобождения рейки и держателя, когда дуга затянута. Рычажное устройство удерживает рейку в плотном зацеплении с шестерней.

Для других целей и для лучшего понимания изобретения можно обратиться к следующему подробному описанию, приведенному в связи с прилагаемым чертежом, на котором:

Верхний представляет собой вид в перспективе устройства для дуговой сварки с гравитационной подачей, содержащего пусковое устройство по настоящему изобретению.

Нижний – увеличенный частичный вид в перспективе устройства и пускового устройства, показывающий зубчатую рейку на плоской части шестерни и отпущенный для обеспечения скользящего движения электрода, если дуга была зажата.

Как показано на верхнем рисунке, показана прямоугольная рама 10, включающая в себя скользящую или наклонную часть 11 и направляющие стержни 12, 13 электрода. На скользящую часть 11 скользит держатель 14 электрода, несущий электрод 15, который проходит вниз между направляющей стержни для взаимодействия с заготовками 16, 17, опирающимися на поверхность стола 18 и свариваемыми вместе.

На нижнем конце скользящей части 11 расположен регулируемый опорный стержень 21, а на заднем конце рамы, соединенный с вертикальной частью 22, находится двойной зажим 23, несущий опорные стержни 24, 25. Рама регулируется для различной высоты с помощью осуществляя регулировку опорных стержней. С помощью этих стержней рама 10 удерживается на краю, причем направляющие стержни 12, 13 проходят параллельно заготовкам 16, 17.

Вертикальная часть 22 имеет удлинитель 26 на своем верхнем конце, который поддерживает кабель 21, имеющий гибкую петлю 28, соединенную с держателем электрода под 29. Петля 28 имеет достаточную длину, чтобы обеспечить свободное скользящее движение держателя 14 с одного конца скользящая часть к другому ее концу. Электрод 15 прикреплен к держателю 14 с помощью зажимного винта 31 и проходит через направляющие стержни 12, 13 к линии сварки 32 между заготовками 16, 17. После запуска устройства держатель и электрод падают из-за под действием силы тяжести, вниз по скользящей части и материал 33 сварного шва из сердечника электрода осаждается на заготовках 16, 17. Скорость движения электрода определяется скоростью, с которой электрод 15 отдает материал 33.

На верхнем конце скользящей части 11 рамы находится кривошип 35 с ручным управлением, имеющий частичную шестерню 36 на одном конце и на одной стороне скользящей части 11, и кулачок 37 на противоположной стороне скользящей части 11. который имеет плоскую часть 38 на нем. Эта плоская часть 38 кулачка параллельна плоской части 39 на шестерне 36. К держателю 14 электрода прикреплена рейка 41, которая проходит назад и лежит над плоской частью 39 шестерни, когда держатель 14 и электрод поддерживаются нижним концом. электрода на заготовках и с держателем на верхнем конце скользящей части 11.

Чтобы установить дугу, электрод медленно поднимается от заготовок при включенном сварочном токе. Это движение не может быть быстрым и должно быть устойчивым.

Когда кривошип 35 поворачивается, зубья на частичной шестерне 36 входят в зацепление с зубьями реек, и держатель электрода и электрод медленно вытягиваются вверх по наклону. Одновременно, когда это сделано, контактный рычаг 43 переключателя 44 покидает плоскую часть 38 кулачка и нажимается вверх, чтобы замыкать электрическую цепь, которая через соответствующие элементы запускает подачу сварочного тока через кабель 27 к электроду и деталям. 16, 17.

Как только оператор видит, что дуга установлена, он меняет направление поворота кривошипа, чтобы снова привести плоскую часть 39 шестерни вровень с зубчатой рейкой и тем самым освободить зубчатую рейку от шестерни, после чего держатель 14 и электрод 15 становятся свободными и действие сварки следует. Это сварочное действие продолжается на заготовках до тех пор, пока держатель 14 не достигнет нижнего конца скользящей части 11. Между нижним концом электрода и заготовками 16, 17 сохраняется дуговой зазор благодаря кратеру, который образуется в электроде. кончиком и расплавленным наружным флюсовым покрытием электрода, который собирается на переднем крае электрода, так что электрод движется по нему. Электрод 15 удерживается по прямой линии направляющими стержнями 12, 13.

Стойка 41 является жесткой с держателем 13, но из-за некоторой ослабленности соединения держателя с скользящей частью стойка может стремиться покинуть шестерню. Чтобы удерживать рейку положительно на шестерне во время пусковой операции, предусмотрен рычаг 51, повернутый на скользящей части 11 на 52, который имеет конец 53 головки, приспособленный для удержания в верхней части рейки 41. Этот рычаг удерживается на стойке 41 натяжной пружиной 54, соединенной между рычагом и вертикально проходящим кронштейном 55, также на скользящей части 11. Головной конец 53 ограничен в своем движении вниз ограничителем 56, проходящим в поперечном направлении от скользящей части 11. Конец 53 головки закруглен, чтобы можно было легко вставить зубчатую рейку между ней и шестерней 36.

Следующий вид устройства для сварки наклонным электродом представлен на рисунке 16 [32].

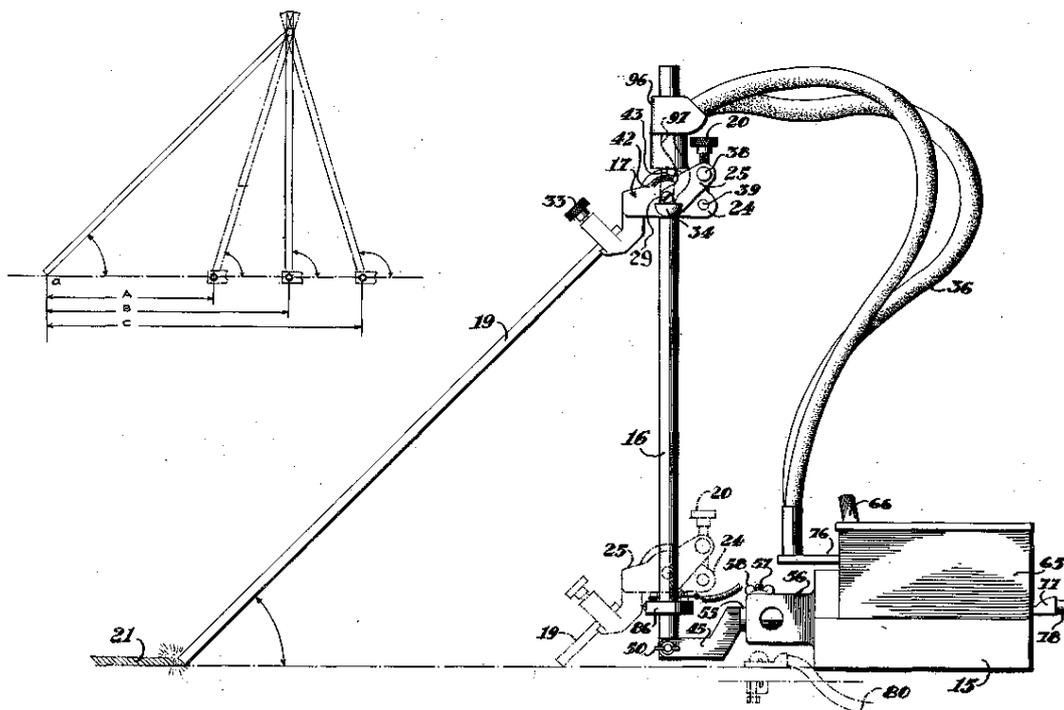


Рисунок 14 – Устройство электроддержателя для сварки наклонным электродом

Устройство содержит основание 15, на котором регулируемым образом установлен относительно вертикальный столб или колонна 16, расположенные так, чтобы направлять держатель электрода или головку 17, установленную на нем с возможностью скольжения. Головка содержит зажим, предназначенный для зацепления с верхним концом электрода или сварочного стержня 19, причем стержень расположен под углом относительно стойки 16. Предусмотрено средство регулировки, включающее винт с накатанной головкой, который допускает угол сварочного стержня. Это должно быть изменено по отношению к посту 16 для удовлетворения разнообразных требований, как здесь, после описанного.

На рисунке показана типичная сварочная установка, при этом стойка 16 в этом случае установлена вертикально, а сварочный стержень 19 расположен аналогично гипотенузе прямоугольного треугольника, стороны которого соответствуют рабочей поверхности к стойке. Между рабочей поверхностью и

наконечником стержня возникает дуга, и, когда металл электрода плавится, он осаждается на рабочей поверхности, образуя таким образом линию 21 сварки. Головка 17, уравновешенная со стороны стержня, оказывает связывающее или заклинивающее действие на стойку 15, на которой он зацеплен, из-за вращательного воздействия, вызванного сварочным стержнем на подшипник при работе. Поэтому вес головы несет столб, а его спуск регулируется сгоранием кончика стержня.

Когда головка качается в любом направлении, ограниченном штифтами, зацепление или скручивание штифтов с противоположных сторон стойки приводит к зацеплению, фиксации или зажиму головки к стойке. Таким образом, головка может быть заблокирована в поднятом положении, когда наконечник стержня находится вне рабочей поверхности при подготовке работы к операции сварки. Когда головка опущена, она качается в противоположном направлении благодаря тому, что стержень находится в контакте с работой, занимая таким образом зазор между штифтами и стойкой, зацепляя их фрикционным способом и зажимая головку к стойке. После того, как операция сварки начата, и верхняя часть стержня начинает таять, штифты освобождаются, чтобы позволить головке немного опуститься и снова зажать. Действие очень незначительное, движение зажима и разжима составляет не более нескольких тысячных дюйма, так что головка опускает стойку относительно плавным равномерным движением, чтобы поддерживать равномерную дугу и с очень небольшим давлением на кончик стержня.

Часть 25 головки представляет собой цельный раздвоенный кронштейн 28, охватывающий часть 24 и шарнирно соединенный с ней посредством шарнирных штифтов или винтов 29, которые предпочтительно представляют собой винты с буртиком в резьбовом соединении в боковых пластинах 28-28. Каждый винт имеет хвостовик, обеспечивающий опору для соответствующих ножек 30-30 кронштейна 28.

Часть 20 кронштейна дополнительно включает в себя пару полукруглых выступов 34-34, каждое из которых включает в себя отверстие 35, образованное

в нем. Эти наконечники обеспечивают клеммы для пары проводников или кабелей 36, которые подают сварочный ток на стержень 19, при этом концы кабелей потеют или припаиваются в отверстиях 35.

Сварочный ток, подаваемый проводниками 36, обязательно имеет относительно низкое напряжение и большую силу тока, и, поскольку этот ток должен проходить через кронштейн 20, чтобы достичь сварочного стержня 19, кронштейн должен быть изготовлен из металла с низким электрическим сопротивлением для предотвращения нагрева. В связи с этим кронштейн 23 предпочтительно представляет собой литейную или литейную машину, обработанную в соответствии с требованиями и изготовленную из металла, имеющего соответствующие физические и электрические свойства, например, из латуни или бронзовых сплавов, имеющих относительно низкое электрическое сопротивление.

Посредством шарнирного соединения между частями 24 и 25 регулировка винта 20 изменяет угловое соотношение между двумя частями. Поскольку направляющему элементу 24 не допускается угловое перемещение из-за его зацепления с штифтом IS, приведение в действие винта 20, таким образом, изменяет угол наклона детали 25 и стержня 19, перемещаемого таким образом, относительно штифта.

Для того чтобы оператор мог установить сварочный стержень под различными углами, подходящими для сварки различных сплавов или толщины металла, головка или держатель включает в себя градуированную шкалу 42 и индексный знак 43. Шкала 42 расположена с одной или обеих сторон подвижной части 25 и индексной метки на неподвижной части 24. С помощью этой компоновки может быть нанесена диаграмма угловой установки стержня для различных настроек работы, например, настройка для конкретной работы может быть первоначально определена экспериментом, а настройки указаны для дальнейшего использования.

Стойка 16 с возможностью регулировки установлена на своем нижнем конце в основании 15 и поддерживается с возможностью поворота в раздвоенном

держателе или кронштейне 45. Для этой цели нижний конец стойки 16 содержит язычок, имеющий противоположные плоские поверхности 46 на противоположных его сторонах. Этот язычок расположен между конечностями 47 кронштейна 45, через отверстия и отверстие, через которое проходит винт 48, просверлено отверстие. Этот винт содержит головку 49, упирающуюся в одну из конечностей 47, и барашковую гайку 50 навинчивается на противоположный конец винта и опирается на противоположную конечность. Стойка 16 может быть электрически изолирована от основания в этой точке посредством гильзы или трубки 51, выполненной предпочтительно из диэлектрического волокнистого материала и окружающей винт 48, чтобы изолировать винт от опоры. Пара волоконных шайб 52 размещена между соответствующими конечностями 47 и плоскими поверхностями 46 стойки, чтобы изолировать конечности 47 от стойки, таким образом полностью изолируя стойку от кронштейна 45 и основания 15. Когда крыльчатая гайка затянута стойка 16 с фрикционным зажимом в положении между конечностями в любом желаемом угловом соотношении. Эта регулировка взаимодействует с углорегулируемым держателем 17 сварочного стержня следующим образом.

Угловатость или вертикальность стойки 16 относительно рабочей поверхности определяет длину сварного шва, который может быть произведен любым одним электродом, поскольку электроды любого размера будут потребляться в течение заданного промежутка времени при надлежащих настройках тока. Было обнаружено, что большинство электродов будут сгорать со скоростью от 8 до 10 дюймов в минуту, независимо от размера, если подать соответствующий ток для размера.

Кронштейн 45, на котором установлен штифт 16, включает в себя поворотный вал 55, который шарнирно поддерживается в выступе 56 как часть основания 15. Стопорный винт 57 свободно закреплен в отверстии, просверленном в этом выступе, хвостовике винта включая дуговидную выемку, соответствующую диаметру поворотного вала 55. Верхний конец винта 57 содержит навинчиваемую на него винт с барашковой гайкой 58, и после

затягивания этой гайки утопленная часть винта опирается на клиновой вал 55 и служит для предотвратить вращение этого. Таким образом, стойка может быть отрегулирована под углом в направлении, поперечном к основанию, для наложения углового шва вдоль стыка горизонтальных и вертикальных заготовок, иногда называемого «плоской угловой сваркой». Такое расположение также полезно при адаптации устройства к специальному такие применения, как работа с продольным фланцем, ребром или гофрированием, вдоль которого требуется сварка.

Устройство настраивается нажатием вручную поршень 91 вниз против давления пружины сжатия 95, в результате чего конец планки 93 защелки входит в паз 94 поршня.

Спусковой механизм выполнен с возможностью зацепления и срабатывания нижней стороной держателя головки или стержня, когда он достигает своего нижнего предела хода. При срабатывании или срабатывании спускового крючка фиксирующая планка достаточно выдвигается, чтобы отсоединить поршень 91, после чего он защелкивается вверх благодаря пружине 95 и поднимает держатель на достаточное расстояние, чтобы разорвать дугу между кончиком стержня и работой. Таким образом, цепь разомкнута, что исключает повреждение или сжигание работы.

Таким образом, устройство является самоконтролируемым после установки и позиционирования оператором. На практике один оператор может позаботиться о нескольких машинах, так как требуется мало или вообще никакого внимания, кроме выполнения начальной регулировки и замыкания переключателя, чтобы инициировать операцию.

При настройке или регулировке устройства держатель стержня или головка поднимаются до верхней части стойки 16, при этом верхняя часть стержня очищается от рабочей поверхности. В этом положении, как было описано ранее, голова связывается или зажимается и не будет опускаться или скользить вниз по стойке.

Это позволяет оператору удобно выполнять требуемую угловую регулировку головки, манипулируя регулировочным винтом 20. Когда получают требуемое показание шкалы, столб поворачивается под углом, чтобы привести сварочный стержень в контакт с рабочей поверхностью, после чего головка качается назад, сжимая или сжимая штифты 27—27 относительно стойки, чтобы зафиксировать и удерживать держатель. После того, как сварной шов поражен, и наконечник стержня начинает расплавляться, давление штифтов против выпусков столба и сразу же головка немного опускается, затем снова зацепляет столб. Величина веса, налагаемого на головку, не влияет на давление наконечника стержня на рабочую поверхность. Как упоминалось ранее, это давление очень незначительное и составляет примерно половину веса стержня.

## 2 Характеристика механизма

### 2.1 Механизм автоматической подачи покрытого электрода

В ходе литературного обзор по моей научно исследовательской работе (Механизм автоматической подачи покрытого электрода) я узнал современная автоматизация сварочных процессов в основном делятся на две части:

- программированный – (программа – комбинация компьютерных инструкций и данных позволяющая аппаратному обеспечению вычислительной системы выполнять вычисления или функции управления),
- механический – (движение материальных тел и взаимодействия между ними во времени взаимного положения тел или их частей в пространстве).

Моё научно исследовательский работа состоит в том, чтобы создать механическую часть автоматической подачи покрытого электрода. Изучая все недостатки и преимущества ранее запатентованных изобретение. Я с помощью моего научного руководителя попытался создать оптимальный механизм подачи покрытого электрода.

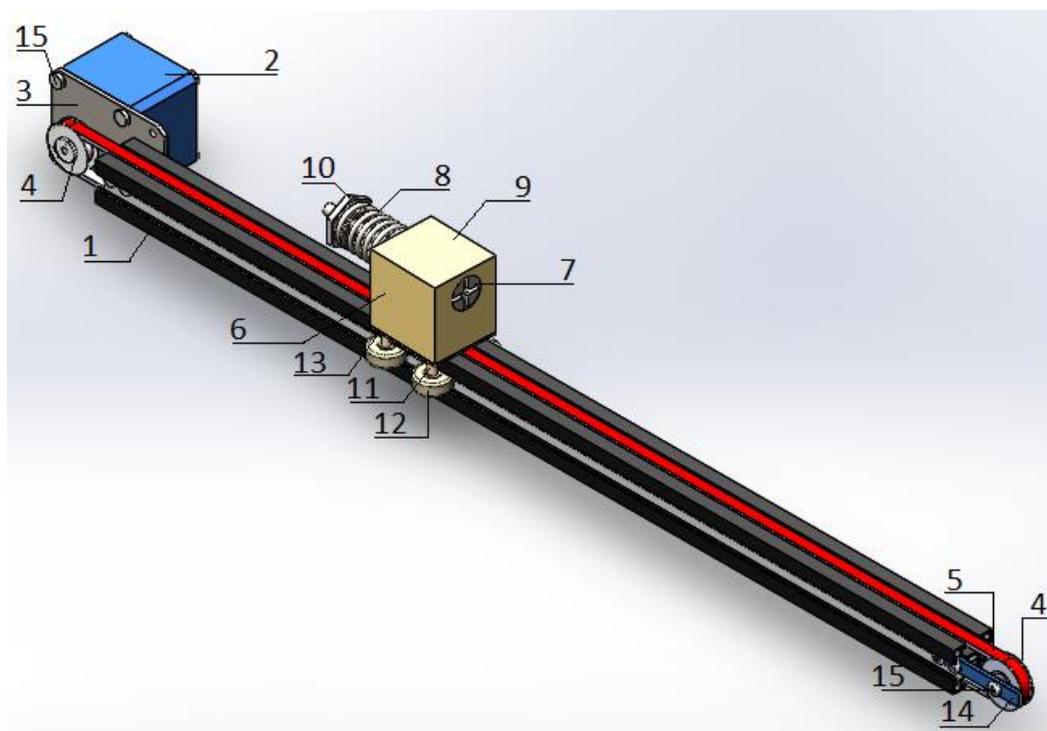


Рисунок 15 – Механизм автоматической подачи покрытого электрода

На рисунке приведен механизм автоматической подачи покрытого электрода, который создан в 3д модель в программе SolidWorks. Механизм состоит из двух частей, верхний (электроддержатель) и нижний (направляюши). Направляющая рейка 1, электродвигатель 2, кранштейн 3, шкив 4, ремень 5, электроддержатель 6 (цанга 7, пружин 8, зажим 9, гайка 10, шпильки 11, ролики 12, каретка 13), натяжитель ремня 14, болт и гайка 15.

Верхний (электроддержатель) часть состоит из электроддержателя 6 и его частей цанга 7, пружина 8, корпус цанги 9, гайка 10, шпильки 11, ролики 12, пластина 13.

Нижний (приводящий в движение) часть состоит из направляющей рейки 1, электродвигателя 2, пластина связывающая двигатель и направляющею рейку 3, шкив 4, ремень 5, натяжитель ремня 14 (регулирующий болт 15), перекрепляющий болт и гайка 16.

Принцип работы механизма автоматической подачи покрытого электрода проста и работает следующим образом. Электродвигатель 2 приводит к вращению шкив 4 который в свою очередь приводит к движению электроддержатель 6 который двигается по направлению направляющий рейкой 1 в зону сварочной ванны.

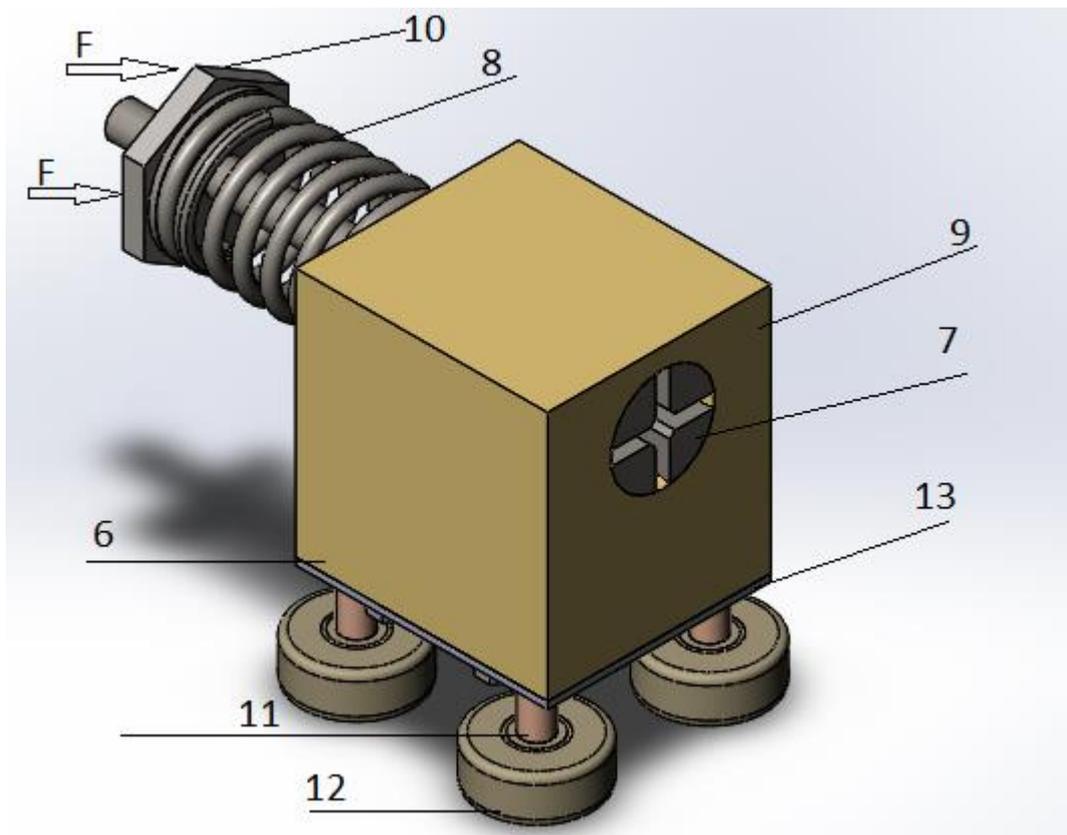


Рисунок 16 – Верхний част механизма (электроддержатель)

На зажим 9 входит цанга 7 и заде с помощью резьбой прикрепляется гайка 10 и пружина 8. Корпус 9 с низу прикрепляется с помощью болта на пластину 13 шпильки 11 прикрепляется на пластину, на шпильки 11 крепятся придвижные ролики 12.

Принцип работы электроддержателя состоит следующим образом. Подается давление  $F$  (7-8 кг) на гайку 10 (прикреплён с помощью резьбы в конец трубки цанги) который выжимает пружину 8. Цанга 7 выходит наружу и расширяется, поставив электрод убираем давление  $F$  из гайки 10 пружина 8 обратно расширяется цанга 7 возвращается на корпус и выжимается при этом удерживает электрод. Ролики 12 прикреплённые на шпильки 11, ролики 12 приводятся в движение с помощью ремня 5 прикреплённый на пластину 13.

### 3 Результат исследования

В ходе научно исследовательской работы был разработан механизм автоматической подачи покрытого электрода, который приведен на рисунке 17 и получен сварной шов с использованием механизма подачи покрытого электрода. Сварной шов приведен на рисунке 18.

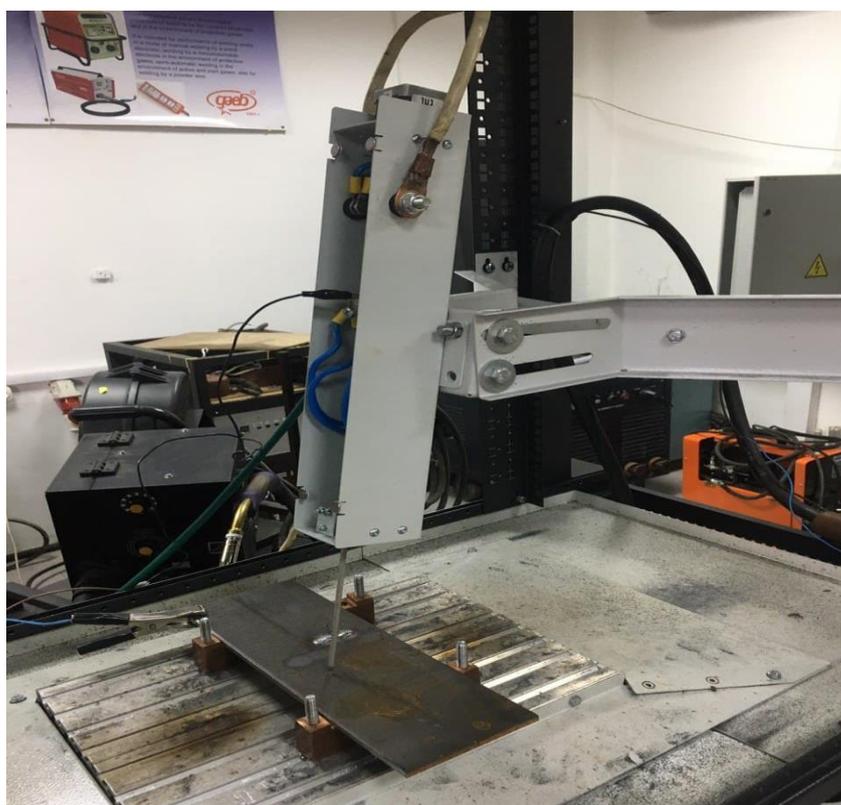


Рисунок 17 – Механизм автоматической подачи покрытого электрода  
В процессе сварки механизм подачи покрытого электрода остается не подвижным, а свариваемый материал двигается по заданному направлению с помощью подвижного стола.

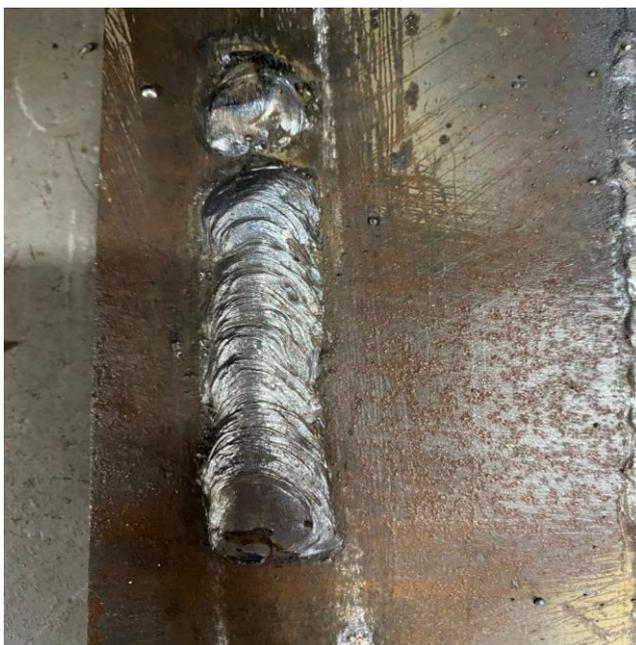


Рисунок 18 – Сварной шов, полученный в результате автоматической подачи  
покрытого электрода

## **4 Социальная ответственность**

При выполнении магистерской работы большая часть времени проводилась в научно-исследовательской лаборатории, для разработки и изготовления Механизм автоматической подачи покрытого электрода.

При изготовлении механизма необходимо оборудованное помещение для ведения сборочных и сварочных работ, так же нужно иметь необходимое оборудование и оснастку для ведения сварочных работ.

В этом 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.

### **4.2 Производственная безопасность**

#### **4.2.1 Оптимальные показатели микроклимата в помещении**

Микроклимат производственных помещений - это климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей.

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1 – Оптимальные нормы микроклимата

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

Таблица 2 – Допустимые нормы микроклимата

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

Температура в теплый период года 23-25°С, в холодный период года (19-23) °С, относительная влажность воздуха 40-60%, скорость движения воздуха 0,1 м/с.

Общая площадь рабочего помещения составляет 42 м<sup>2</sup>, объем составляет 147 м<sup>3</sup>. По СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 санитарные нормы составляют 6,5 м<sup>2</sup> и 20 м<sup>3</sup> объема на одного человека. Исходя из приведенных выше данных, можно сказать, что количество рабочих мест соответствует размерам помещения по санитарным нормам.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах соответствуют требованиям Санитарных правил и нормативов применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый период года.

Для того чтобы создать необходимые метеорологические условия рабочей зоны и предотвратить различные переохлаждения и перегревания организма в небольших помещениях устанавливают кондиционеры. С помощью кондиционирования воздуха в закрытых помещениях можно поддерживать необходимую температуру, а также скорость движения воздуха.

Микроклимат производственных помещений рекомендуется поддерживать на оптимальном уровне системой водяного центрального

отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

#### **4.2.2 Уровень шума в рабочей зоне**

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 сердечнососудистой 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 [6]. Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в децибелах, который сравнивают с предельным спектром. Предельно допустимый уровень для шума составляет 82 дБА.

Для снижения шума в помещениях используют средства звукоизоляции и звукопоглощения, устанавливают глушители шума и рационально продумывают технологию производства с использованием малошумных технологических процессов. Также в качестве индивидуальных средств защиты от шума применяют различные противозумные наушники, вкладыши, шлемы, каски и костюмы.

В лаборатории, которой ведутся сварочные работы, главным источником шума является источник питания, который по характеру спектра является широкополосным.

Уменьшение влияния данного фактора СКЗ (Средства коллективной защиты) возможно путём: изоляции источников шумов; проведение

акустической обработки помещения; создание дополнительных ДВП или ДСП изоляционных перегородок; проведение профилактических работ.

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

Средства коллективной защиты:

1. Устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;

2. Изоляция источников шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов);

3. Применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

Средства индивидуальной защиты;

1. Применение спецодежды и защитных средств органов слуха: наушники, беруший, антифоны.

#### **4.2.3. Повышения уровня вредных вещества**

Вредные вещества в воздухе в виде паров, газов и аэрозолей (пыли) - химические вещества, вызывающие в производственных условиях нарушение нормальной жизнедеятельности организма, являющиеся причиной острых и хронических интоксикаций.

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

В таблице 3 представлены классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей согласно.

Таблица 3 – Классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей

| Вещество             | ПДК, мг/м <sup>3</sup> | Класс опасности | Состояние     |
|----------------------|------------------------|-----------------|---------------|
| Марганец             | 0,05                   | 1               | аэрозоли      |
| Хром                 | 0,1                    | 1               | аэрозоли      |
| Фтористые соединения | 0,5                    | 2               | аэрозоли      |
| Окись углерода       | 20                     | 4               | пары или газы |

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.

Местная вытяжная вентиляция, удаляя вредные вещества из помещения, должна препятствовать их попаданию в зону дыхания рабочего. Местный отсос можно считать удовлетворительно работающим, когда он удаляет вредности по принципу «от рабочего».

Нередко источник выделения вредных веществ укрывают зондом, 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.

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.

Таблица 4 – Скорость движения воздуха, создаваемая отсосами у источников выделения вредных веществ

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

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 обще обменной вентиляции.

#### 4.2.4. Работа электрическим током

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц. По опасности электропоражения комната относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует повышенная влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного сприкосновения токоведущих элементов с заземленными металлическими корпусами оборудования [6].

Лаборатория относится к помещению с без повышенной опасностью поражения электрическим током. Безопасными номиналами являются:  $I < 0,1$  А;  $U < (2-36)$  В;  $R_{\text{зазем}} < 4$  Ом. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Каждому необходимо знать меры медицинской помощи при поражении электрическим током. В любом рабочем помещении необходимо иметь медицинскую аптечку для оказания первой медицинской помощи.

Поражение электрическим током чаще всего наступает при небрежном обращении с приборами, при неисправности электроустановок или при их повреждении.

Для освобождения пострадавшего от токоведущих частей необходимо использовать непроводящие материалы. Если после освобождения пострадавшего из-под напряжения он не дышит, или дыхание слабое, необходимо вызвать бригаду скорой медицинской помощи и оказать пострадавшему доврачебную медицинскую помощь:

- обеспечить доступ свежего воздуха (снять с пострадавшего стесняющую одежду, расстегнуть ворот);
  - очистить дыхательные пути;
  - приступить к искусственной вентиляции легких (искусственное дыхание);
  - в случае необходимости приступить к непрямому массажу сердца.
- Любой электроприбор должен быть немедленно обесточен в случае:
- возникновения угрозы жизни или здоровью человека;
  - появления запаха, характерного для горящей изоляции или пластмассы;
  - появления дыма или огня;
  - появления искрения;
  - обнаружения видимого повреждения силовых кабелей или коммутационных устройств.

Для защиты от поражения электрическим током используют СИЗ и СКЗ.

К средствам коллективной защиты от поражения электрическим током относятся:

- оградительные устройства;
- устройства автоматического контроля и сигнализации;
- изолирующие устройства и покрытия;
- устройства защитного заземления и зануления;
- устройства автоматического отключения;
- устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения;

- устройства дистанционного управления;
- предохранительные устройства;
- молниеотводы и разрядники;
- знаки безопасности.

Средства индивидуальной защиты:

- диэлектрические перчатки;
  - изолирующие штанги;
  - изолирующие и электроизмерительные клещи;
  - слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками;
- указатели напряжений.

#### 4.2.5 Расчет искусственного освещения

Производственное помещение, в котором проводились исследования имеет следующие размеры: длина  $A=25$  м, ширина  $B=15$  м, высота  $H=4$  м, высота рабочей поверхности  $h_{rp}=0,8$  м. Нормирование значений освещенности рабочей поверхности при сварочных работах должно составлять 200 лк согласно.

Коэффициент отражения стен  $R_c=30$  %, потолка  $R_n=50$  %. Коэффициент запаса  $k=1,5$ , коэффициент неравномерности  $Z=1,1$  [30].

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения. Осветительные приборы в помещении относятся к светильникам типа ОД,  $\lambda = 1,4$ . Приняв  $h_c = 0,5$  получаем:

$$h = 4 - 0,5 - 0,8 = 2,7 \text{ м}; \quad (1)$$

$$L = 1,4 \cdot 2,7 = 4,5 \text{ м}; \quad (2)$$

$$\frac{L}{3} = 1,5 \text{ м}. \quad (3)$$

Светильники расположены в три ряда, в каждом ряду по 12 светильников типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,2 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составляют 50 см. Учитывая, что в каждом светильнике установлено 2 лампы, общее число ламп в помещении  $N=72$ . На рисунке 10 представлен план помещения и размещения на нем светильников.

Находим индекс помещения:

$$i = \frac{288}{2,7(25 + 15)} = 2,5 \quad (4)$$

Согласно [30] определяем коэффициент использования светового потока, который равен  $\eta = 0,61$ .

Определяем потребный световой поток 1 лампы:

$$\Phi = \frac{200 \cdot 288 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{72 \cdot 0,61} = 3143 \text{ лм}$$

Можно определить кол-во ламп следующим образом:

$$N = (E \cdot S \cdot K_z \cdot Z) / (\Phi \cdot \eta) = (200 \cdot 25 \cdot 15 \cdot 1,5 \cdot 1,1) / (2850 \cdot 0,61) = 71,18; \quad (5)$$

Принимаем 72 лампы. Тогда

$$\Phi_{\text{расч.}} = (200 \cdot 25 \cdot 15 \cdot 1,5 \cdot 1,1) / (72 \cdot 0,61) = 2817 \text{ лм}$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 лм.

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq ((2817-2850)/2818) \cdot 100\% = 1,1\% \leq 20\% \quad (6)$$

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

Получаем:

$$-10\% \leq 8,78\% \leq +20\%$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 72 \cdot 40 = 2880 \text{ Вт} \quad (7)$$



Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

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

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

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5.

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

Для предупреждения пожара и взрыва необходимо предусмотреть:

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

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

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

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

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

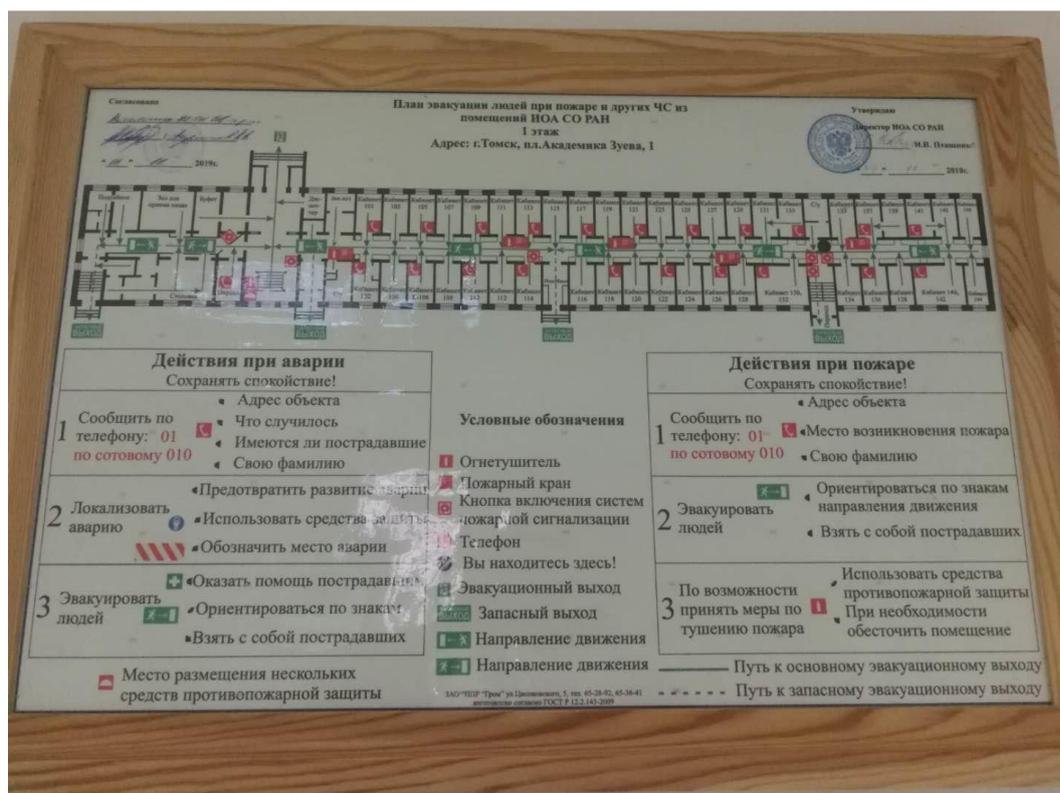


Рисунок 20 – План эвакуации

#### 4.2.7 Экологическая безопасность

Наличие промышленных отходов (втор цвет- и чермет, перегоревшие люминесцентные лампы, огарки электродов, отрезных кругов, абразивная пыль, аэрозоли) и способы их утилизации.

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

К таким веществам относятся:

- свинец (накапливается в организме, поражая почки, нервную систему);
- ртуть (поражает мозг и нервную систему);
- никель и цинк (могут вызывать дерматит);
- щелочи (прожигают слизистые оболочки и кожу);

Поэтому компьютер требует специальных комплексных методов утилизации. В этот комплекс мероприятий входят:

- отделение металлических частей от неметаллических;
- металлические части классифицируют (сталь, медь, алюминий), минимизируют по объему, упаковывают, хранят на складе до накопления до 1 транспортной единицы и потом направляют на соответствующий металлургический передел;

- неметаллические части компьютера (пластик) измельчают, также накапливают объем до 1 транспортной единицы и направляют в дорожно-строительную фирму в качестве пластифицирующей добавки дорожно-строительной смеси;

Измельченные в гранулы остатки компьютеров подвергаются сортировке. Сначала с помощью магнитов извлекаются все железные части. Затем приступают к выделению цветных металлов, которых в ПК значительно больше. Алюминий и медь также отделяют вручную. После измельчения эти металлы разделяют гравитационным способом, упаковывают и направляют на соответствующие металлургические переделы.

Исходя из сказанного выше перед планированием покупки компьютера необходимо:

- Побеспокоится заранее о том, каким образом будет утилизирована имеющаяся техника, перед покупкой новой.

– Узнать насколько новая техника соответствует современным эко-стандартам и примут ее на утилизацию после окончания срока службы.

Утилизировать оргтехнику, а не просто выбрасывать на «свалку» необходимо по следующим причинам:

Во-первых, в любой компьютерной и организационной технике содержится некоторое количество драгоценных металлов. Российским законодательством предусмотрен пункт, согласно которому все организации обязаны вести учет и движение драгоценных металлов, в том числе тех, которые входят в состав основных средств. За несоблюдение правил учета, организация может быть оштрафована на сумму от 20000 до 30000 руб. (согласно ст. 19.14. КоАП РФ);

Во-вторых, предприятие также может быть оштрафовано за несанкционированный вывоз техники или оборудования на «свалку»;

Стадия утилизации, утилизируя технику мы заботимся об экологии: количество не перерабатываемых отходов минимизируется, а такие отходы, как пластик, пластмассы, лом черных и цветных металлов, используются во вторичном производстве. Электронные платы, в которых содержатся драгметаллы, после переработки отправляются на аффинажный завод, после чего чистые металлы сдаются в Госфонд, а не оседают на свалках.

#### **4.2.8 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

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

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

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

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения.

Рассмотрены 2 ситуации ЧС:

1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, теплокоммуникациях, водоканале, транспорте);

2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.

В случае переморозь ки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

В лаборатории наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера.

ЧС техногенного характера — это ситуации, которые возникают в результате производственных аварий и катастроф на объектах, транспортных магистралях и продуктопроводах; пожаров, взрывов на объектах.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их

места установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

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

### **5.1 Предпроектный анализ**

На сегодняшний день с развитием науки, непосредственно развиваются и все отрасли промышленности. Конкуренция технологий и разработок, внедряются и замещают устаревшую продукцию с рынка. Внедрение новой технологии происходит тем больше чем больше надежность и экономическая эффективность.

Все то что мы видим вокруг, создано из различных материалов, различающихся своим назначением, свойством и ценой. И большинство желает иметь самое лучшее, что может позволить себе по доступной цене. Крупные компании не являются исключением ведь независимо от надежности разработки, главным успехом любой компании является увеличение дохода путем снижения затрат.

#### **5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Механизм автоматического подачи покрытого электрода разрабатывается для многократного использования персоналом научно-исследовательской лаборатории, в целях демонстрации, студентам Томского политехнического университета и Института физики прочности и материаловедения СО РАН, процесса дуговой сварки покрытым электродом.

## 5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Таблица 5 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

| Критерий оценки                             | Вес критерия | Баллы |     |     | Конкурентоспособность |      |      |
|---|--------------|-------|-----|-----|-----------------------|------|------|
|   |              | Бф    | Бк1 | Бк2 | Кф                    | Кк1  | Кк2  |
| 1   | 2            | 3     | 4   | 5   | 6                     | 7    | 8    |
| Технические критерии оценки эффективности   |              |       |     |     |                       |      |      |
| 1. Удобство в эксплуатации                  | 0,1          | 5     | 2   | 3   | 0,5                   | 0,2  | 0,3  |
| 2. Затраты сварочного материала             | 0,3          | 5     | 1   | 5   | 1,5                   | 0,3  | 1,5  |
| 3. Качество сварного соединения             | 0,1          | 5     | 3   | 5   | 0,5                   | 0,3  | 0,5  |
| Экономические критерии оценки эффективности |              |       |     |     |                       |      |      |
| 4. Цена                                     | 0,05         | 5     | 5   | 5   | 0,25                  | 0,25 | 0,25 |
| 5. Предполагаемый срок эксплуатации         | 0,2          | 5     | 5   | 3   | 1                     | 1    | 0,6  |
| 6. Конкурентоспособность                    | 0,25         | 5     | 2   | 4   | 1,25                  | 0,5  | 1    |
| Итого                                       | 1            | 30    | 18  | 25  | 5                     | 2,55 | 4,15 |

Где сокращения:

Бф- Механизм плавного перемещения покрытого электрода при дуговой сварке

Бк1 - Механизированная сварка плавящимся электродом;

Бк2- Ручная дуговая сварка.

Анализ конкурентных технических решений определили по формуле:

$$K = \sum V_i B_i \quad (1)$$

где: K - конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V<sub>i</sub> - вес показателя (в долях единицы);

B<sub>i</sub> - балл i-го показателя.

Итогом данного анализа является то, что метод предложенный в дипломе эффективнее, чем методы конкурентов.

### 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:

Стабильное горение сварочной дуги - С1. Качественное формирование сварного шва - С2. Повышение производительности сварки за счет обслуживания оператором нескольких установок одновременно – С3. Возможность использования технологии и оборудования для сварки других металлов – С4.

К слабым сторонам проекта относятся:

Акустический эффект - повышенный уровень шума при сварке - Сл.1.  
Отсутствие специализированного инструмента - Сл.2.

К возможностям проекта относятся:

Внедрение собственного способа сварки на рынке за счет достоинств и вытеснение устаревших разработок - В1. Финансовая поддержка спонсора - В2. Возможность закупки профессионального инструмента - В3.

К угрозам относятся:

Недостаток финансов на реализацию проекта - У1. Отсутствие спроса на

данные технологии производства - У2.

Второй этап.

На втором этапе SWOT-анализа строятся интерактивные матрицы, которые представлены в таблицах.

Таблица 6 - Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и возможности»

| Сильные стороны проекта |    |    |    |    |    |
|-------------------------|----|----|----|----|----|
| Возможности<br>проекта  |    | C1 | C2 | C3 | C4 |
|                         | B1 | +  | +  | +  | +  |
|                         | B2 | +  | +  | 0  | +  |
|                         | B3 | +  | -  | 0  | 0  |

При анализе данной интерактивной матрицы выявляются следующие сильные стороны и возможности: В1С1С2С3С4.

Таблица 7 – Интерактивная матрица «Слабые стороны и возможности»

| Слабые стороны проекта |    |     |     |     |     |
|------------------------|----|-----|-----|-----|-----|
| Возможности<br>проекта |    | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 |
|                        | B1 | +   | -   | -   | 0   |
|                        | B2 | -   | -   | -   | 0   |
|                        | B3 | 0   | 0   | -   | 0   |

При анализе данной интерактивной матрицы выявляются следующие слабые стороны и возможности: В1Сл1.

Таблица 8 – Интерактивная матрица «Сильные стороны и угрозы»

| Сильные стороны проекта |    |    |    |    |    |
|-------------------------|----|----|----|----|----|
| Угрозы                  |    | C1 | C2 | C3 | C4 |
|                         | У1 | +  | +  | +  | -  |
|                         | У2 | +  | -  | +  | -  |

При анализе данной интерактивной матрицы выявляются следующие сильные стороны и угрозы: У1С1С2С3.

Таблица 9 – Интерактивная матрица «Слабые стороны и угрозы»

| Слабые стороны проекта |    |     |     |     |     |
|------------------------|----|-----|-----|-----|-----|
|                        |    | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 |
| Угрозы                 | У1 | -   | -   | -   | -   |
|                        | У2 | -   | -   | +   | -   |
|                        | У3 | -   | -   | +   | +   |

При анализе данной интерактивной матрицы выявляются следующие слабые стороны и угрозы: У2Сл3, У3Сл3Сл4.

Третий этап.

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

Таблица 10 – SWOT - анализ

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <p>Сильные стороны научно исследовательского проекта:</p> <p>Стабильное горение сварочной дуги - С1.</p> <p>Качественное формирование сварного шва - С2.</p> <p>Повышение производительности сварки за обслуживание оператором нескольких установок одновременно – С3.</p> <p>Возможность использования технологии и оборудования для сварки других металлов – С4.</p> | <p>Слабые стороны научно исследовательского проекта:</p> <p>Акустический эффект - повышенный уровень шума при сварке - Сл.1.</p> <p>Отсутствие специализированного инструмента - Сл.2.</p>   |
| <p>Возможности:</p> <p>Внедрение собственного способа сварки на рынке за счет достоинств и вытеснение устаревших разработок – В1.</p> <p>Финансовая поддержка спонсора - В2.</p> <p>Возможность закупки профессионального инструмента - В3.</p> | <p>Показ достоинств нашего способа сварки, на выставках, посвященных сварочным технологиям.</p> <p>Реклама в СМИ.</p> <p>Сотрудничество с аттестационными центрами по сварки, а также с НИИ.</p>   | <p>Использование средств защиты слуха обеспечивающих безопасный уровень шума.</p> <p>Закупка необходимого специального инструмента за счет спонсора.</p>   |
| <p>Угрозы:</p> <p>Недостаток финансов на реализацию проекта - У1.</p> <p>Отсутствие спроса на новые технологии производства - У2.</p>   | <p>Поиск спонсоров благодаря презентации способа сварки с демонстрацией достоинств.</p>  | <p>Привлечение инвесторов самих производителей специальных вспомогательных инструментов для сварки; взаимная работа с другими инновационными предприятиями с целью минимизации рисков не востребованности; поиск новых рынков.</p> |

## 5.2 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.

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 8, 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 не проработанность 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.

Таблица 11 – 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 международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок    | 0  | 1                                       |
| 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                                       |
| <b>ИТОГО БАЛЛОВ</b> |   | 43                                       | 55                                      |

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

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (1)$$

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.

### **5.3 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, одноразовое получение финансовых ресурсов для каких–либо целей или для накопления, обеспечение постоянного притока финансовых средств, а также их различные сочетания.

При этом время продвижения товара на рынок во многом зависит от правильности выбора метода коммерциализации. Задача данного раздела - 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 строительства и машиностроения в России и странах зарубежья.

#### **5.4 Инициация проекта**

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в уставе проекта.

Устав проекта состоит из цели и результата проекта, организационной структуры проекта, ограничений и допущений проекта.

#### **5.5 Цели и результат проекта**

В данном разделе приводится информация о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Под заинтересованными сторонами проекта понимаются лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты как положительно, так и отрицательно в ходе исполнения или в результате завершения проекта. Это могут быть заказчики, спонсоры, общественность и т.п.

Таблица 12 - Заинтересованные стороны проекта

| Заинтересованные стороны проекта    | Ожидания заинтересованных сторон                                  |
|-------------------------------------|---|
| Томский политехнический университет | Получение технологии и оборудования разработанного способа сварки |

Таблица 13 – Цели и результат проекта

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| Цели проекта:                        | Разработка экспериментального механизма автоматической подачи покрытого электрода                    |
| Ожидаемые результаты проекта:        | Разработка и аттестация технологии и оборудования, а также получение прибыли от их продажи.          |
| Критерии приемки результата проекта: | Сертифицированное и аттестованное оборудование и технология.   |
| Требования к проекту                 | Проект должен быть закончен в определенные сроки.  |
|                                      | Должна быть проведена соответствующая подготовка к продаже оборудования и технологии способа сварки. |

### 5.6 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Таблица 14 - Морфологическая матрица

|                                    | 1          | 2          | 3        |
|------------------------------------|------------|------------|----------|
| А. Диаметр покрытого электрода, мм | 3,0        | 2.2        | 1,6      |
| Б. Марка электродов                | УОНИ-13/45 | УОНИ-13/55 | ОК 46    |
| В. Полярность тока                 | Обратная   | Прямая     | Обратная |

Возможные варианты решения технической задачи:

- 1) А1Б1В2 - В первом случае, сварка низкоуглеродистых сталей при малых затратах на материал;
- 2) А2Б2В2 - Во втором случае, низкоуглеродистых или низколегированных сталей при малых затратах материал;
- 3) А3Б3В3 - В третьем случае, сварка хромистых (нержавеющих) сталей аустенитного класса, с повышенными требованиями к материалу.

### 5.7 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят: бакалавр, научный руководитель, консультант по части

социальной ответственности (СО) и консультант по экономической части (ЭЧ) выпускной квалификационной работы. Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и проведем распределение исполнителей по видам работ (таблица ниже).

## 5.8 Планирование научно-исследовательских работ

Таблица 15 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы                  | № раб | Содержание работ   | Должность исполнителя           |
|---------------------------------|-------|--|---------------------------------|
| Разработка технического задания | 1     | Выбор темы, постановка цели и задач ВКР                        | Научный руководитель            |
|                                 | 2     | Составление предварительного плана ВКР                         | Научный руководитель            |
| Теоретическая подготовка        | 3     | Подбор и первоначальное ознакомление с литературой по теме ВКР | Инженер                         |
|                                 | 4     | Изучение и выбор метода исследований в ВКР                     | Инженер                         |
|                                 | 5     | Написание теоретической части ВКР                              | Инженер                         |
|                                 | 6     | Подбор оборудования и заготовок для проведения процесса        | Научный руководитель            |
| Экспериментальные исследования  | 7     | Наплавление металла заготовки                                  | Инженер                         |
|                                 | 8     | Получение результатов исследования                             | Инженер                         |
|                                 | 9     | Создание базы данных исследования                              | Инженер                         |
|                                 | 10    | Анализ базы исследования/ получение результатов                | Научный руководитель<br>Инженер |
| Обобщение и оценка результатов  | 11    | Оформление итогового варианта ВКР                              | Инженер                         |
|                                 | 12    | Согласование и проверка работы с научным руководителем         | Научный руководитель<br>Инженер |

Таким образом, выделили основные этапы работ и их содержание, а также исполнителей, выполняющие данные работы.

### **5.9 Разработка графика проведения научного исследования**

Диаграмма Ганта– горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Строим календарный план-график (табл. 13). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени написания диплома. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 16 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

| №   | Вид работ  | Исполнители               | кдн. | Продолжительность выполнения работ |   |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |   |
|-----|--|---------------------------|------|------------------------------------|---|------|---|---|--------|---|---|-----|---|---|------|---|
|     |  |                           |      | февр.                              |   | март |   |   | апрель |   |   | май |   |   | июнь |   |
|     |  |                           |      | 2                                  | 3 | 1    | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 | 1   | 2 | 3 | 1    | 2 |
| 1   | Составление и утверждение темы проекта           | Руководитель              | 15   | ■                                  |   |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |   |
| 2   | Анализ актуальности темы                         | Дипломник                 | 5    |                                    | ■ |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |   |
| 3   | Поиск и изучение материала по теме               | Руководитель              | 4    |                                    | ■ |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |   |
| 5   | Календарное планирование работ                   | Дипломник                 | 15   |                                    |   | ■    | ■ |   |        |   |   |     |   |   |      |   |
| 6   | Изучение литературы по теме                      | Дипломник                 | 3    |                                    |   |      |   | ■ |        |   |   |     |   |   |      |   |
| 7   | Подбор нормативных документов                    | Руководитель<br>Дипломник | 11   |                                    |   |      |   | ■ | ■      |   |   |     |   |   |      |   |
| 8   | Разработка принципиальной схемы механизма        | Руководитель<br>дипломник | 24   |                                    |   |      |   | ■ | ■      | ■ |   |     |   |   |      |   |
| 99  | Подготовка материалов, конструирование механизма | Дипломник                 | 15   |                                    |   |      |   |   |        |   |   | ■   | ■ |   |      |   |
| 10  | Изучение результатов                             | Руководитель<br>Дипломник | 8    |                                    |   |      |   |   |        |   |   | ■   | ■ |   |      |   |
| 111 | Анализ результатов                               | Руководитель<br>Дипломник | 11   |                                    |   |      |   |   |        |   |   |     | ■ | ■ | ■    |   |
| 112 | Заключение                                       | Руководитель<br>Дипломник | 30   |                                    |   |      |   |   |        |   |   | ■   | ■ | ■ | ■    | ■ |

 – руководитель, 
  – студент.

## 5.10 Расчет материальных затрат НТИ

Таблица 17 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

| Наименование         | Единицы измерения | Кол-во | Цена за единицу, руб. | Сумма, руб. |
|----------------------|-------------------|--------|-----------------------|-------------|
| Электродвигатель     | шт                | 1      | 2204                  | 2204        |
| Направляющий профиль | 450 мм            | 1      | 575                   | 575         |
| Шкив                 | шт                | 2      | 385                   | 385         |
| Пластина             | шт                | 1      | 699                   | 699         |
| Ремень               | шт                | 1      | 530                   | 530         |
| Ролики               | шт                | 4      | 380                   | 380         |
| Каретка              | шт                | 1      | 1300                  | 1300        |
| Пружина              | шт                | 1      | 400                   | 400         |
| Зажим                | шт                | 1      | 500                   | 500         |
| Цанга                | шт                | 1      | 1250                  | 1250        |
| Натяжитель ремня     | шт                | 1      | 765                   | 765         |
| Болт                 | шт                | 12     | 181                   | 181         |
| Гайка                | шт                | 8      | 167                   | 167         |
| Итого по статье:     |                   |        |                       | 9336        |

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (2)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

### 5.11 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

### 5.12 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

Месячный должностной оклад работника сведем в таблицу:

Таблица 18 - Оклад

| Исполнители по категориям | Оклад, руб. | Районный коэффициент (для Томска) | Месячная зарплата, руб./мес. |
|---------------------------|-------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Руководитель              | 29774       | 1,3                               | 38706,2                      |
| Студент                   | 5000        | 1,3                               | 6500                         |

Распределение рабочего времени показано в таблице.

Таблица 19 - Баланс рабочего времени

| Показатель рабочего времени | Руководитель | Студент |
|-----------------------------|--------------|---------|
| Календарное число дней      | 365          | 365     |
| Количество нерабочих дней   |              |         |
| – выходные дни              | 104          | 104     |
| – праздничные дни           | 14           | 14      |
| Потери рабочего времени     |              |         |
| – отпуск                    | 28           | 28      |
| – невыходы по болезни       | -            | -       |

|  |     |     |
|--|-----|-----|
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 219 | 219 |
|--|-----|-----|

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (3)$$

где:  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

### 5.13 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (4)$$

где:  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2015 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2015 году водится пониженная ставка – 30,2%.

Таблица 20 - Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель          | Основная заработная плата, руб | Дополнительная заработная плата, руб |
|----------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Руководитель проекта | 38706,2                        | 4644,744                             |
| Студент              | 6500                           | 780                                  |
| Коэффициент          | 0,302                          |                                      |
| Итого                | 15290 руб.                     |                                      |

### 5.14 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов

исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 3), \quad (5)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов  $k_{\text{нр}}$  допускается взять в размере 16%. Результаты расчета накладных расходов на НТИ приведены в таблице 21.

Таблица 21 - Расчет бюджета на спецоборудование

| №п/п   | Наименование оборудования | Кол-во единиц оборудования | Мощность электроприбора, кВт | Общая стоимость оборудования, руб. |
|--------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 1.     | Компьютер                 | 1                          | 0,35                         | 457,8                              |
| Итого: |                           | 1                          | 0,35                         | 457,8                              |

Стоимость оборудования, используемого при выполнении непосредственно НТИ и имеющегося в организации, учитываются в виде амортизации.

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$E_э = \sum N_i \cdot T_э \cdot Ц_э, \quad (6)$$

где  $N_i$  – мощность электроприборов по паспорту, кВт;

$T_э$  – время использования электрооборудования, час;

$Ц_э$  – цена одного кВт·ч, руб.

$$E_э = 1,28 \cdot 300 \cdot 4,36 = 457,8 \text{ руб.}$$

### 5.15 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 22.

Таблица 22 – Расчет бюджета затрат НТИ

| Наименование статьи  | Сумма, руб. |
|--|-------------|
| Материальные затраты   | 9336        |
| Затраты по основной заработной плате исполнителей темы       | 45206,2     |
| Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 5424,744    |
| Отчисления во внебюджетные фонды                             | 15290       |
| Накладные расходы  | 457,8       |
| Бюджет затрат НТИ  | 75584,74    |

При планировании бюджета было обеспечено полное отражение всех видов возможных расходов, необходимых для его выполнения.

### **5.16 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования**

#### Оценка сравнительной эффективности проекта

Данное исследование является очень сложным с точки зрения получения достоверных результатов, которые можно обрабатывать в дальнейшем. Дело в том, что подобрать оптимальные параметры не так уж и просто, как это может казаться на первый взгляд. Но благодаря различным техническим вариациям удаётся это сделать. Однако подобные эксперименты можно провести с помощью механизированной сварки.

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективность. В нашем исследовании мы можем рассчитать интегральный показатель ресурсоэффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m = \sum_{i=1}^n a_i b_i, \quad (7)$$

где  $I_m$  – интегральный показатель ресурс эффективности вариантов;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра;

$b_i$  – бальная оценка  $i$ -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурс эффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, которая приведена ниже. В текущем исследовании применялась механизированная сварка в среде защитного газа порошковой проволокой. В качестве аналогов рассмотрим ручную дуговую сварку (аналог 1) и автоматическую сварку (аналог 2).

Таблица 23 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

| Критерии                   | Весовой коэффициент параметра | Текущий проект | Аналог 1 | Аналог 2 |
|----------------------------|-------------------------------|----------------|----------|----------|
| 1. Сложность механизма     | 0,4                           | 5              | 5        | 2        |
| 2. Удобство в эксплуатации | 0,1                           | 5              | 5        | 2        |
| 3. Энергосбережение        | 0,15                          | 3              | 2        | 1        |
| 4. Безопасность            | 0,15                          | 3              | 3        | 2        |
| 5. Стоимость производства  | 0,2                           | 4              | 3        | 2        |
| ИТОГО                      | 1                             |                |          |          |

По формуле 7 рассчитаем интегральный показатель ресурс эффективности.

$$I_m^p = 0,4 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 = 4,7;$$

$$I_m^{a1} = 0,4 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 2 + 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 3 = 3,85;$$

$$I_m^{a2} = 0,4 \cdot 2 + 0,1 \cdot 2 + 0,15 \cdot 1 + 0,15 \cdot 2 + 0,2 \cdot 2 = 1,85.$$

Из расчётов наглядно видна ресурсоэффективность установки, на которой были проведены эксперименты настоящего исследования.

Из таблицы видно, что для текущего исследования коэффициенты энергосбережения и стоимости эксперимента выше, чем у аналогов. Из этого можно сделать вывод, что интегральный финансовый показатель будет меньше, чем у аналогов исследования.

А значит, на данное исследование был израсходован бюджет, величина которого могла быть больше при проведении исследований с помощью аналогов.

## Заключение

Проведенный анализ показывает мировые достижения в области механизации, автоматизации и роботизации сварочные производства достигли высоких показателей, но не на дуговой сварке (покрытым электродом). Основными недостатками дуговой сварки покрытым электродом остаются:

- качество соединений зависящие от квалификации сварщика;
- вредные условия процесса сварки для окружающих (сварщиков),

которых можно решить с помощью механизма автоматического подачи покрытого электрода.

Результаты работы в полной мере показывает необходимость продолжить исследовать и изобретать оптимальный механизм для подачи покрытого электрода.

Внедрения разработанный изобретение в производство можно после проведение опытов и различных видов контроля над сварным швом полученного с помощью механизма подачи покрытого электрода.

## Список литературы

1. Процесс ручной дуговой сварки. [Электронный ресурс] URL: <http://stalevarim.ru/pub/protsessy-ruchnoy-dugovoy-svarki-osobennosti/> Дата доступа: 10.03.2021.
2. Нормы сварного шва. [Электронный ресурс] URL: <http://stalevarim.ru/pub/normy-na-svarnye-shvy-metallokonstruktsiy-i-ih-kontrol/> Дата доступа: 10.03.2021.
3. Сварочные посты для ручной дуговой сварки. [Электронный ресурс] URL: <http://stalevarim.ru/pub/svarochnyy-post-dlya-ruchnoy-dugovoy-svarki/> Дата доступа: 15.05.2021.
4. Сварочное производство. [Электронный ресурс] URL: [https://www.autowelding.ru/publ/1/1/osnovnye\\_operacii\\_svarochnogo\\_proizvodstva/3-1-0-315](https://www.autowelding.ru/publ/1/1/osnovnye_operacii_svarochnogo_proizvodstva/3-1-0-315) Дата доступа: 10.05.2021.
5. Ручная дуговая сварка [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org> Дата доступа: 10.05.2021.
6. Автоматизация сварочных работ и процессов на производстве. [Электронный ресурс] URL: <http://www.elmid.ru/articles/avtomatizatsiya-svarochnykh-rabot-i-protsesov-na-proizvodstve> Дата доступа: 10.05.2021.
7. Патон, Борис Евгеньевич. Электрооборудование для дуговой и шлаковой сварки / Б. Е. Патон, В. К. Лебедев. — Москва: Машиностроение, 1966. — 359 с.
8. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / под ред. Б. Е. Патона. — Москва: Машиностроение, 1974. — 767 с.
9. Романов Р. Р. Компьютерное моделирование движения робота для точечной контактной сварки // Постулат. — 2018. — № 6. — Ст. 119 (9 с.).
10. Гладков Э. А., Бродягин В. Н., Перковский Р. А. Автоматизация сварочных процессов. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. — 424 с. — ISBN 978-5-7038-3861-7. — С. 6—7.

11. Симонов Ю.И., Фигурин В.А. Технический отчет по теме «Изучение опыта применения новых способов сварки и сварочного оборудования в Японской судостроительной промышленности», предприятия п/я А-1944, Ленинград, 1971.
12. Коряжкин В.В., Шафранский Л.Г., Степаненков И.Е., Светлов А.Т., Зайцев А.М. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка и исследование импульсного стабилизирующего генератора для сварки наклонным электродом на переменном и постоянном токе», Брянск, 1984.
13. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П.П. Кукин и др. - 5-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009. - 335 с.
14. ГОСТ 12.3.003-86 Система стандартов безопасности труда. Работы электросварочные. Требования безопасности.
15. ГОСТ 12.1.005 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
16. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
17. Раздорожный А.А. Охрана труда и производственная безопасность: учебно-методическое пособие/ А.А. Раздорожный. – М.: Экзамен, 2006. – 510 с.
18. ГОСТ 9466-75 Электроды, покрытые для ручной дуговой сварки и наплавки. Классификация и общие технические условия.
19. ГОСТ 9467-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей.
20. ГОСТ 10052-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами.
21. ГОСТ 10051-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами.
22. ISO 2560-73 Электроды, покрытые для ручной дуговой сварки малоуглеродистых и низколегированных сталей. Система условных.

23. ISO 3580-75 Электроды, покрытые для ручной дуговой сварки теплоустойчивых сталей. Система условных обозначений.
24. ISO 3581-76 Электроды, покрытые для ручной дуговой сварки коррозионностойких и других высоколегированных сталей.
25. Патент US serial #586385. J.M. Turner. Apparatus for fillet arc welding / air reduction company. — New York, 1945.
26. Патент US serial #543883/ J.M. Turner. Apparatus for fillet arc welding / air reduction company. — New York, 1944.
27. Патент US serial #608617. J.C. Lee. Arc welding — 1956.
28. Авторское свидетельство 740430. В.И. Шевченко, В.М. Дзюба, В.Г. Хохлов, П.П. Марков. – Устройство для сварки наклонным электродом.
29. ГОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности.
30. ГОСТ 12.4.154-85 ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты.
31. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
32. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ).
33. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
34. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
35. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
36. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
37. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
38. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

39. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха.
40. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
41. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
42. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры.
43. Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение: метод. Указания / Том. пол-й. ун-т. – Томск 2014. – 73 с.
44. Экономические расчеты в дипломных проектах по техническим специальностям: Метод. указания для студентов / Сост.: Л.И. Горчакова, М.В. Лопатин. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. - 28 с. 118 39.
45. Политика доходов и заработной платы. Под ред. П. В. Савченко и Ю. П. Кокина. М.: Юристъ, 2000. 456 с.
46. ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности.

## Приложение А

(Справочное)

### Coated electrode automatic feed mechanism.

Студент:

| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата       |
|--------|-----------------------------|---------|------------|
| 1ВМ91  | Муминов Абдукодир Каримович |         | 06.05.2021 |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент    | Гордынец А.С. | к.т.н., доцент         |         | 06.05.2021 |

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

| Должность | ФИО             | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------|-----------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент    | Федоринова З.В. | к.п.н., доцент         |         | 06.05.2021 |

## **1. Literary review**

### **1.1 Welding production**

Welding is the process of obtaining permanent joints by establishing inter-atomic bonds between the parts to be welded during their local or general heating, plastic deformation, or the joint action of both. Most of all, metal parts are connected using welding. However, welding is also used for non-metals (polymers) — plastics, ceramics, or their combinations.

When welding, different sources of energy are used: electric arc, electric current, gas flame, laser radiation, electron beam, ultrasound, friction. The development of technologies allows at present to carry out welding not only in the conditions of industrial enterprises, but in the field and installation conditions (in the steppe, in the field, in the open sea, etc.), under water and even in space.

The welding process is associated with a fire hazard; electric shock; poisoning with harmful gases; damage to eyes and other parts of the body from heat, ultraviolet, infrared radiation and splashes of molten metal. The first welding methods arose at the origins of civilization - with the beginning of the use and processing of metals. The production of metal products was widespread in the places of occurrence of iron ores and non-ferrous metal ores.

The first welding operation was forging welding. The need for amendments, the release of more advanced products led to the need to create and improve metallurgical and welding processes.

Welding using electricity to heat metal appeared with the discovery of electricity, the electric arc.

In 1802, the Russian scientist Vasily Petrov discovered the phenomenon of an electric arc and published information about the conducted experiments with an arc.

In the years 1881-1882, the inventors N. N. Benardos and N. G. Slavyanov, working independently, developed a method for joining metal parts by welding.

In 1905, the Russian Scientist W. F. Mitkevich proposed to operate an electric arc excited by three-phase current for welding. In 1919, AC welding was invented by CJ Holslag .

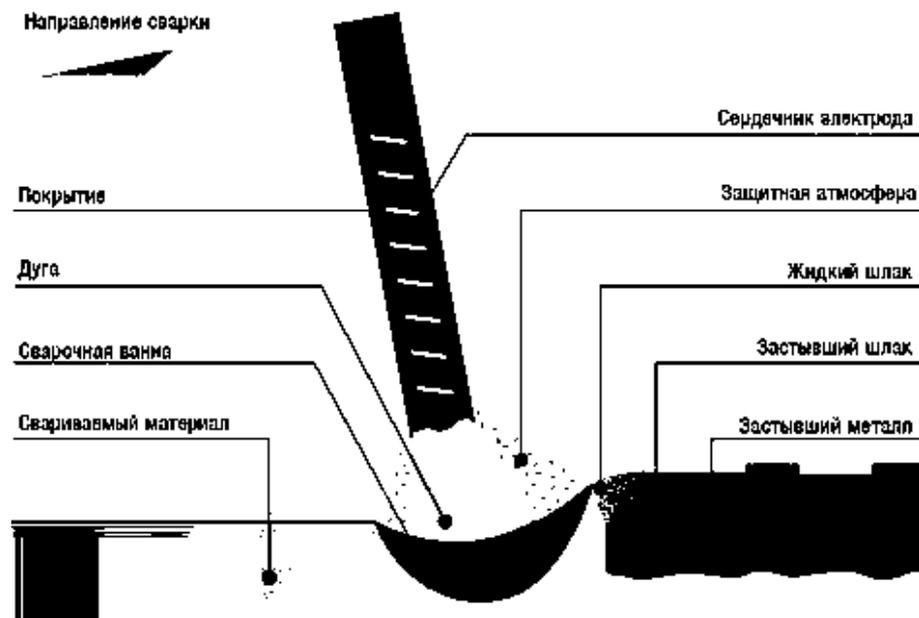
Welding processes have been improved in the XIX century scholars Elihu Thomson, Edmund Davy, and others. In the XX century in the Soviet Union over the issues involved in welding E. O. Paton, Boris E. Paton, G. A. Nikolaev. Soviet scientists were the first to discover and study the problems and features of zero gravity welding and exploited welding in space. The world's first welding in a deep vacuum in space was carried out on October 16, 1969 on the Soyuz-6 spacecraft by cosmonauts Georgy Stepanovich Shonin and Valery Nikolaevich Kubasov.

Since the late 1960s, the industry has begun to operate welding processes. By the beginning of the XXI century, robotization of welding processes has become very widespread.

## **1.2 MMA welding processes: features**

The most common type of welding today is manual arc welding. Being one of the oldest types, manual welding is not inferior in popularity to modern automated and mechanized welding methods. Manual arc welding processes are ideal for most jobs due to their high quality connection.

Talking about the processes of manual arc welding, we will focus on the arc ignition process, welding methods, types of seams and other features of electric arc welding.



Picture 1 - Manual arc welding process

### 1.3.1 Manual arc welding: arc striking.

A welding arc is a fairly powerful steady discharge of electric current, which is formed in an ionized environment consisting of gases and metal vapors. The arc striking process is associated with the fact that the gap in which the arc is formed becomes ionized.

The arc contributes to the heating and melting of both the metal product that is being welded and the electrode. The welding process when the metal is melted involves the formation of a weld pool. It mixes the metal that was deposited from the product and the metal from the electrode. Note that the size of such a pool is directly related to the position of the seam, the speed of welding, the type of joining of elements, etc. Slag, which is inevitably present in the electrodes and in the metal itself, rises to the surface during melting and mixing and, when solidified, covers the weld.

Excitation of the electric arc occurs after the end of the electrode touches the workpiece to be welded. This process is accompanied by a short circuit, which causes the arc to ignite. In this case, the electrode heats up rather quickly and begins to melt.

When the electrode is removed from the metal product, the gap between them is ionized, a welding arc appears. Experienced welders know: for the appearance of a

stable electric arc, the electrode is removed from the metal product at a distance not exceeding 4-5 mm. If the gap is too large, the arc will not fire.

Arc ignition can be done in two ways:

- the electrode is directly detached from the metal product to be welded.
- welding occurs due to the sliding of the electrode on the metal product.

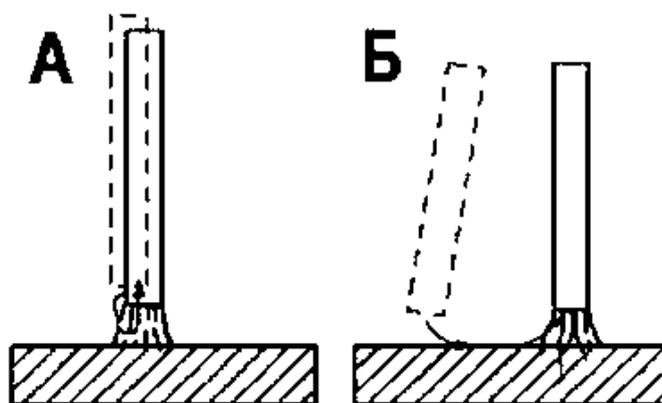


Figure 2 - Ignition of the arc, a) by separation, b) by sliding

To ensure the required weld quality and sufficient penetration of the metal, the welder very closely monitors the length of the arc, which can be short or long. But most importantly, the arc must be stable during the welding process, and this depends on the correct speed of movement of the electrode and maintaining the required arc length.

### 1.3.2 How to move the electrode during welding

During the welding process, the electrode can move in three directions:

– Advance coincident with the axis of the electrode. This keeps the arc length constant. In this case, the electrode must be moved at a rate that would not exceed the rate of its melting. Of course, this value directly depends on the welding conditions, it should not be less or more than  $0.5-1.2v_{el}$ . The quality of welding may decrease due to too low a value, too large can provoke a large amount of metal spatter, the appearance of non-penetration, and a decrease in the quality of the welded joint.

– Moving the electrode along the roller axis to create a seam. This movement is carried out at a speed that is associated with the current strength, the diameter of the

selected electrode and the melting rate, the type of seam, etc. If you do not make transverse movements with the electrode, the seam will come out rather narrow, its width will be approximately 1.5 times the diameter of the electrode itself. Such joints are necessary when welding sheets of metal of small thickness to create the first layer, if it is planned that the seam will be multilayer.

– The electrode can be moved across the seam to obtain the desired width and depth of penetration. Such transverse movements are used only by experienced welding specialists, if the location of the seam, its dimensions, metal properties, the shape of the edges and other parameters allow it. With such translational oscillatory movements, it is possible to obtain rather wide seams –1.5–5 values of the electrode diameter.

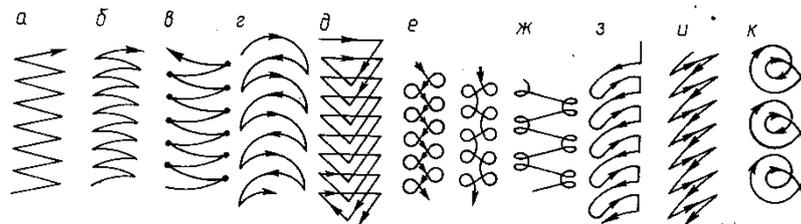


Figure 3 - Types of movement of the electrode at the moment of welding

### 1.3.3 Manual welding in different positions: technique.

The manual arc welding technique depends primarily on the position of the seam in space. Experts distinguish three such provisions:

- lower (up to 60 degrees);
- vertical (from 60 to 120 degrees);
- ceiling (from 120 to 180 degrees).

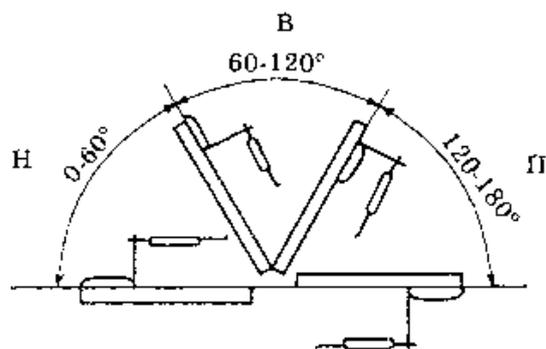


Figure 4 - Types of electrode position the moment of welding  
Manual arc welding in the lower position.

Each welding position is associated with certain difficulties. For example, welding in the lower position is associated with the risk of burn-through.

In the figure, you can see different options for making seams in this position. One-sided seams performed on the weight are the most difficult. In such cases, the frequent lack of fusion, or, on the contrary, burn. To avoid these unpleasant phenomena, experienced technicians use several welding methods. Among them:

- Welding is carried out on a special copper lining;
- Use of steel backing in the welding process;
- Applying a special weld bead;
- Cutting the resulting non-penetration and welding the root of the seam.

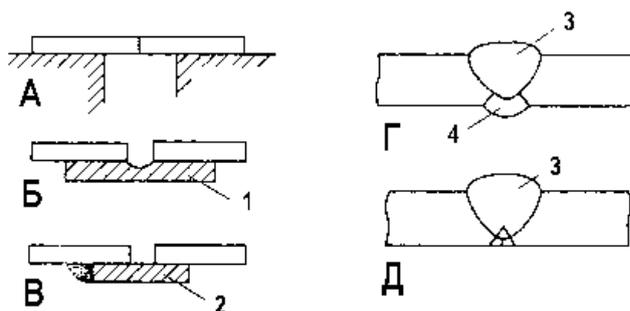


Figure 5 - Kinds of point welding electrode position (LO n em position)  
Manual arc welding in vertical position.

One of the main problems arising in vertical welding is the flowing molten metal, which significantly affects the quality of the weld, the depth of penetration. When welding in an upright position, the seams should be made with the arm moving

upwards. This technique allows you to make seams with the necessary penetration and support the molten metal at the edges.

The most difficult thing, even for specialists, is given seams located horizontally, on a vertical plane. In this case, the metal that melts during the welding process falls on the lower part.

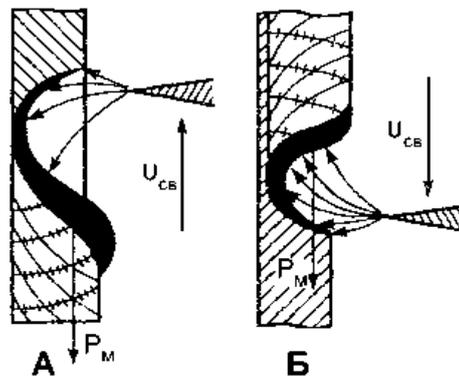


Figure 6 - Types of position of the electrode moment of welding (vertical position)

Manual arc welding: overhead position.

Probably the most difficult method of welding products is welding in the overhead position. It is very important here to monitor the surface tension force, which is necessary in order to hold back the metal in the bath. It is important that this force is greater than the weight of the molten metal. This can be achieved if the weld pool is reduced, and also if the metal is allowed to crystallize slightly during the welding process (that is, cool down a little). In addition, in such welding, electrodes with a small diameter, lower amperage, etc. are used.

#### 1.4. Applicable electrodes

For manual arc welding, consumable electrodes are used. The electrodes are made of wire and electrode coating.

The choice of electrodes depends on a number of factors, including filler material, welding position and required weld properties. The coating is used to maintain a stable arc burning; protection of the welding arc zone from the effects of

oxygen, nitrogen, hydrogen in the air. To prevent welding contamination, deoxidizers are added to the coating to clean the weld seam, which improves arc stability and provides the process with alloying elements that improve weld quality.

The composition of the metal of the electrodes is similar or identical to that of the base material. But there is often a slight difference that strongly affects the properties of the resulting weld. For example, stainless steel electrodes are sometimes used for welding carbon steel products and for welding stainless steel parts to carbon steel.

To identify the electrodes, the American Welding Society assigned four- or five-digit numbers and letters to the electrodes. The designation of electrodes made of mild and low alloy steel begins with the letter E, followed by a number. The first two or three digits of the number indicate the tensile strength of the weld metal, in thousand psi. The penultimate number 1 - fast hardening electrodes, 2 - fast filling electrodes for horizontal welding. The welding current and the type of electrode coating are determined by the last two digits.

In Russia, electrodes intended for welding carbon and low-alloy steels, as well as alloyed ones with increased and high strength, are marked as follows: the first is the E index - an electrode for manual arc welding and surfacing; subsequent numbers indicate the ultimate tensile strength in kgf / mm<sup>2</sup>; index A informs that the weld metal has increased plasticity and toughness properties.

Electrodes for welding heat-resistant, high-alloyed steels and for surfacing, have the following designations: E index - electrode for manual arc welding and surfacing; hyphen; subsequent numbers indicate the carbon content in hundredths of a percent; the following letters and numbers determine the content of chemical elements in percent [\[1\]](#) .

In Russia, coated electrodes for manual arc welding or surfacing are regulated by GOST.

In international practice, the current standards for electrodes are ISO standards:

## 1.2 Description and analysis of patented installations for gravity welding with coated electrodes

One of the first is the installation, the appearance of which is shown in figure 7 [25]. The peculiarity of the design is that welding is applicable only for t-joints. The arc is ignited by means of a carbon electrode.

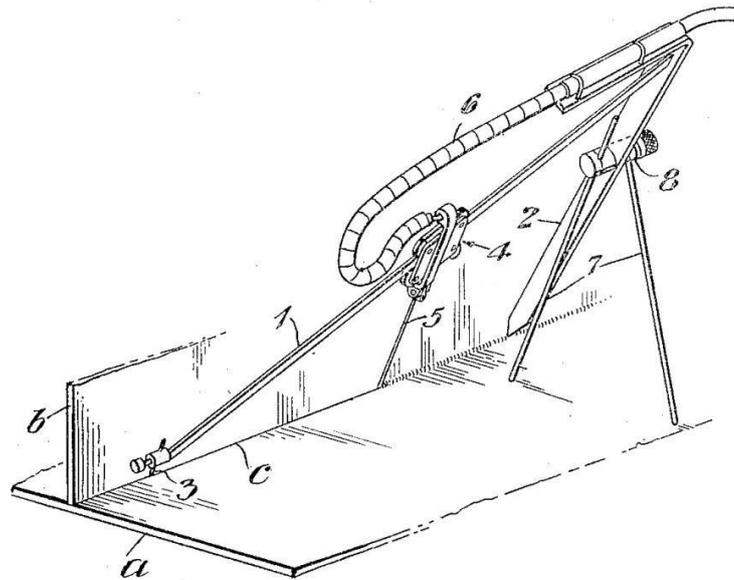


Figure 7 – design appearance of the unit for gravity welding of t-joints

Figure 7 shows the parts to be welded, represented as a horizontal plate *a* and a vertical side plate *b*. The surfaces of the plates form the working angle *c*, along which the weld must be made. The installation consists of an inclined guide *1*, which is fixed to the upper end of the support *2*, and the lower is fixed to the pin *3*. On the inclined guide, an electrode carriage *4* is fixed, in which the electrode *5* is fixed. The carriage *4* is moved directly by gravity along the inclined guide *1*. The current is supplied to the electrode via a flexible cable *6*. Also, the design is supported by additional supports *7*, fixed movably on the support *2* by means of a clamp *8*, which support the installation in a vertical position.

The design of this type of installation is quite simple, but has drawbacks, which consist in the imperfection of the carriage movement along the guide. Since the carriage

with respect to the horizontal surface is inclined, it can be assumed that the movement of the carriage will be uneven, thereby there will be a violation of the geometry of the seam, non-welded, burnouts, as well as periodic sticking of the electrode.

Further one more model of installation for gravitational welding which is shown in figure 8 [26] was developed.

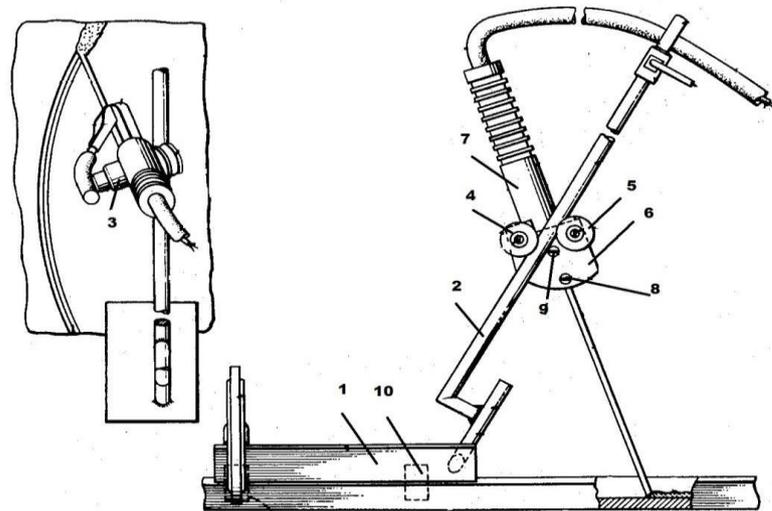


Figure 8 – design Appearance of the unit for gravity welding of curved welds

The main advantage is the movement of the electrode along the curve and the automatic interruption of the welding arc. The design of the installation consists of: base plate 1, on which the inclined guide 2 is fixed by welding. On the inclined guide carriage 3 is fixed movably, consisting of rollers 4, 5 and textolite plate 6. The electrode holder 7 is attached to the plate 6, 8,9 is bolted. The base plate has 10 holes for rigid fastening of the structure with clamps. The sloping guide at the bottom has a groove for automatically interrupting the welding arc.

However, the design of the installation has a number of disadvantages: the angle of the guide remains constant, since the connection of the base plate and the guide is all-in-one; the carriage moves along the guide on the edge of the rollers, and not in the groove, as it should be, thereby adding additional resistance, which leads to the formation of surface defects and violation of the geometry of the seam, when

performing the facing seam, the working surface of the electrode will deviate from the seam trajectory.

There is another type of construction, which is shown in figure 9 [27].

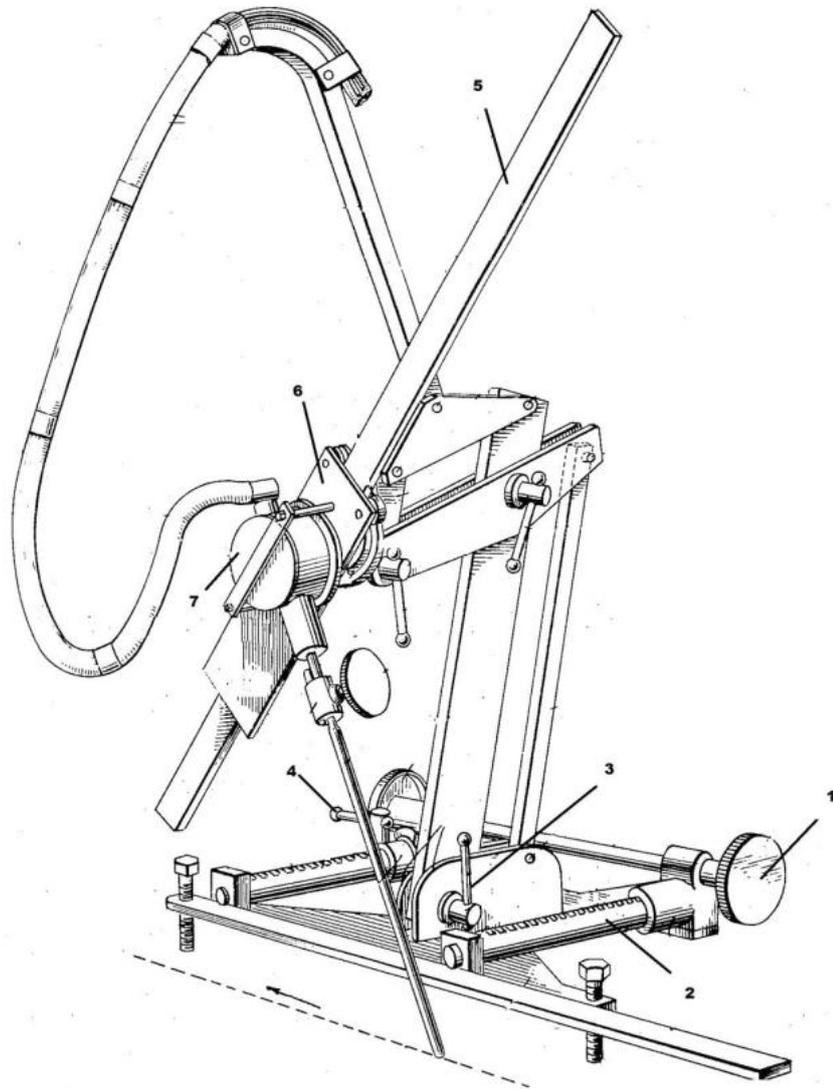


Figure 9 – design Appearance of the unit for gravity welding of straight welds

Figure 9 shows the design of the unit for gravity welding. The design of the installation is more advanced in contrast to the early types of structures. In the design of the installation there was a gear drive 1, with which it is possible to adjust the movement of the installation in the transverse direction along the rack 2. In addition to the transverse movement, you can change the angle of inclination of the installation using the levers 3 and 4. These types of movement of the installation are its main advantages. As well as all types of structures for gravity welding, the installation has

an inclined guide 5 along which the carriage 6 moves. On the carriage is fixed to the electrode holder 7.

However, the design as well as the above has disadvantages: due to the versatility of the design has large dimensions and weight, the working part of the electrode as well as in previous developments, is not fixed, thus it can lead to a deviation of the electrode in the transverse direction.

The following type of device for welding with an inclined electrode is shown in figure 10 (a, b) [28].

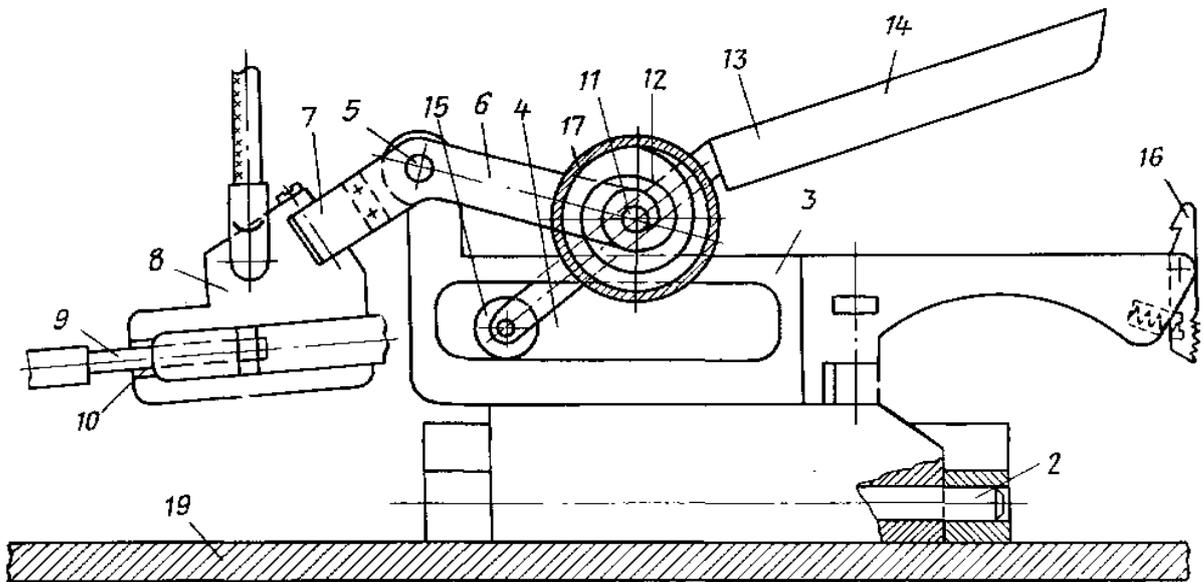


Figure 10 a - Device for welding with an inclined electrode side view

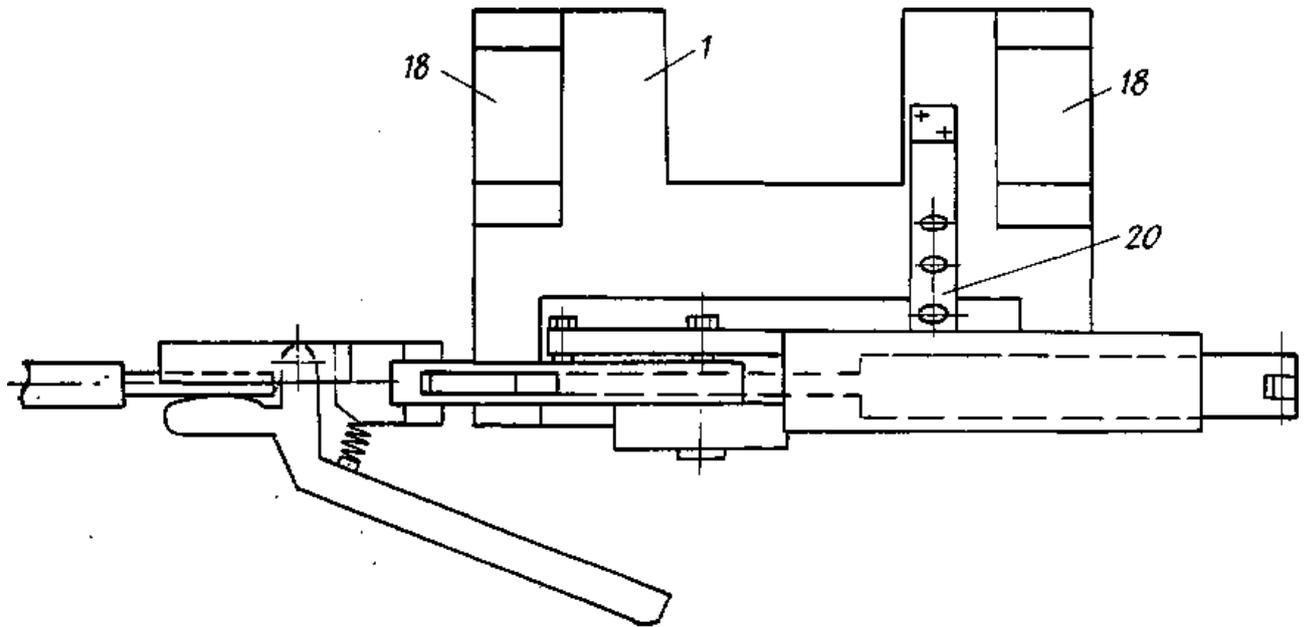


Figure 11 b - Device for welding with an inclined electrode top view

In the proposed device to simplify the manufacture of the rack is made guide groove and pivotally mounted two-arm lever, one of the shoulders of which is fixed electrode holder, wherein the electrode clamping unit to the product is made in the form of a spring-loaded handle, the middle part associated with one of the shoulders of the said two-arm lever and the carrier at one end of the roller interacting with the groove of the rack, and the electrode holder is placed between the base and the axis of rotation of the two-arm.

The proposed device contains a base 1, axis 2 and a rotating rack 3 with a guide groove 4. The stand 3 with the help of axis 5 is connected to a two-arm lever 6, on the left shoulder of which an electrode holder 8 is fixed through the insulator 7 with an electrode 9 installed in the hole 10, and the right shoulder is connected to the electrode 13 with the help of axis 11 and spring 12. At one end of the lever handle 14 of this unit is a roller 15, and the second end can be fixed in the original position with a latch 16.

The axis 11 is pivotally connected to the two-arm lever 6 and motionless to the lever handle 14 and one end of the spring 12. The second end of the spring 12 is fixed in the cage 17, which is put on the axis 11 and is fixed to the two-arm lever;

The base 1 is provided with magnets 18, with which the device is fixed to the welded product 19. The stand 3 is fixed in a certain position relative to the base 1 by means of an arc-shaped bracket 20 with holes.

The following type of device for welding with an inclined electrode is shown in figure 11 (a, b, c) [29].

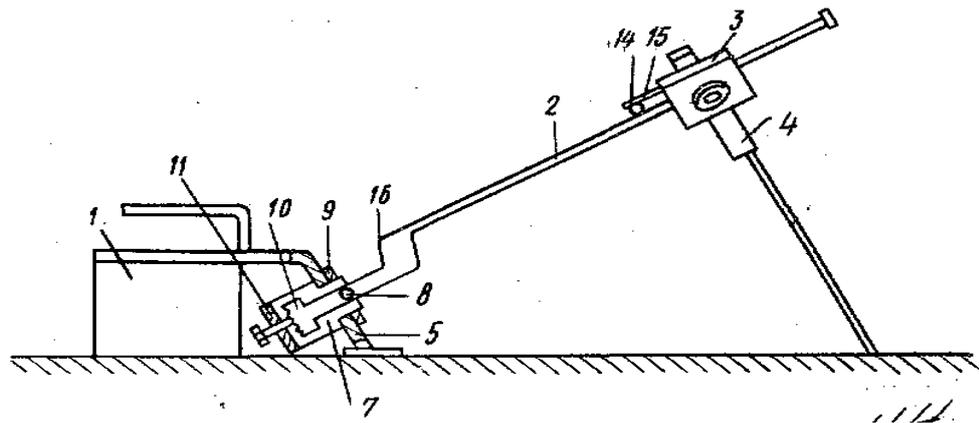


Figure 11 a - Device for welding with an inclined electrode

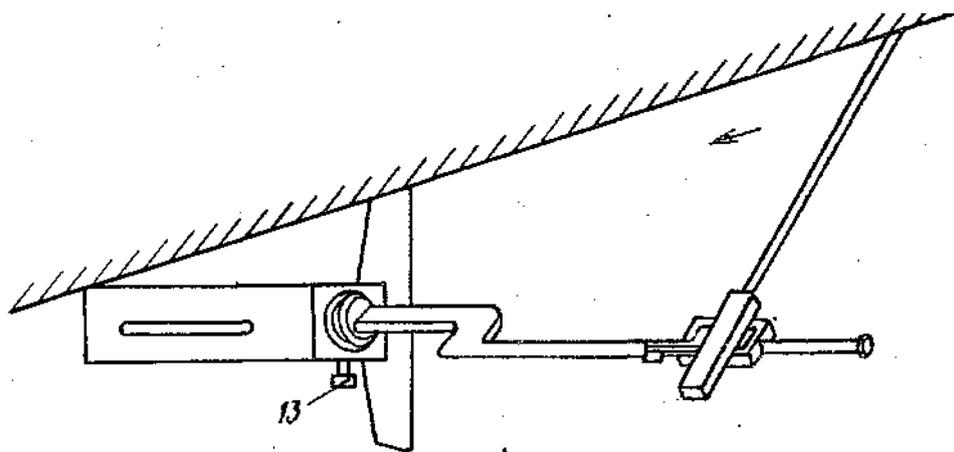


Figure 11 b - The Device for welding sloped electrode

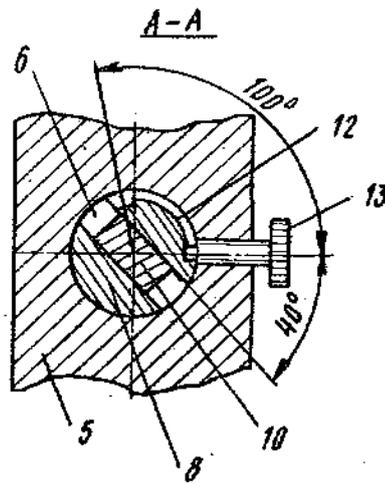


Figure 11 v - the Device is an electrode holder for welding sloped electrode

Figure 11 a shows the device, side view; Figure 11 b is a top view; Figure 11 v - section A-A on the hinge mechanism.

The device contains a base 1 with a permanent magnet and a guide rod 2, a movable carriage 3 and an electrode holder 4.

The support bracket 5 is fixed on the base 1. The guide rod 2 is mounted in the hole 6 of the support bracket by means of a bushing 7, an axis 8 and a clamping nut 9. At the end of the rod 2, a toothed sector 10 interacting with the adjusting screw 11 is made. To set the required angle of rotation of the rod 2 relative to the vertical plane in the bushing 7, a groove 12 is made, and a screw 13 is mounted in the support bracket 5. The carriage 3 is provided with a roller 14, preloaded by a spring 15 to a rod 2, with a ledge 16.

The following type of device for welding with an inclined electrode is shown in figure 12 (a, b, c, d) [30].

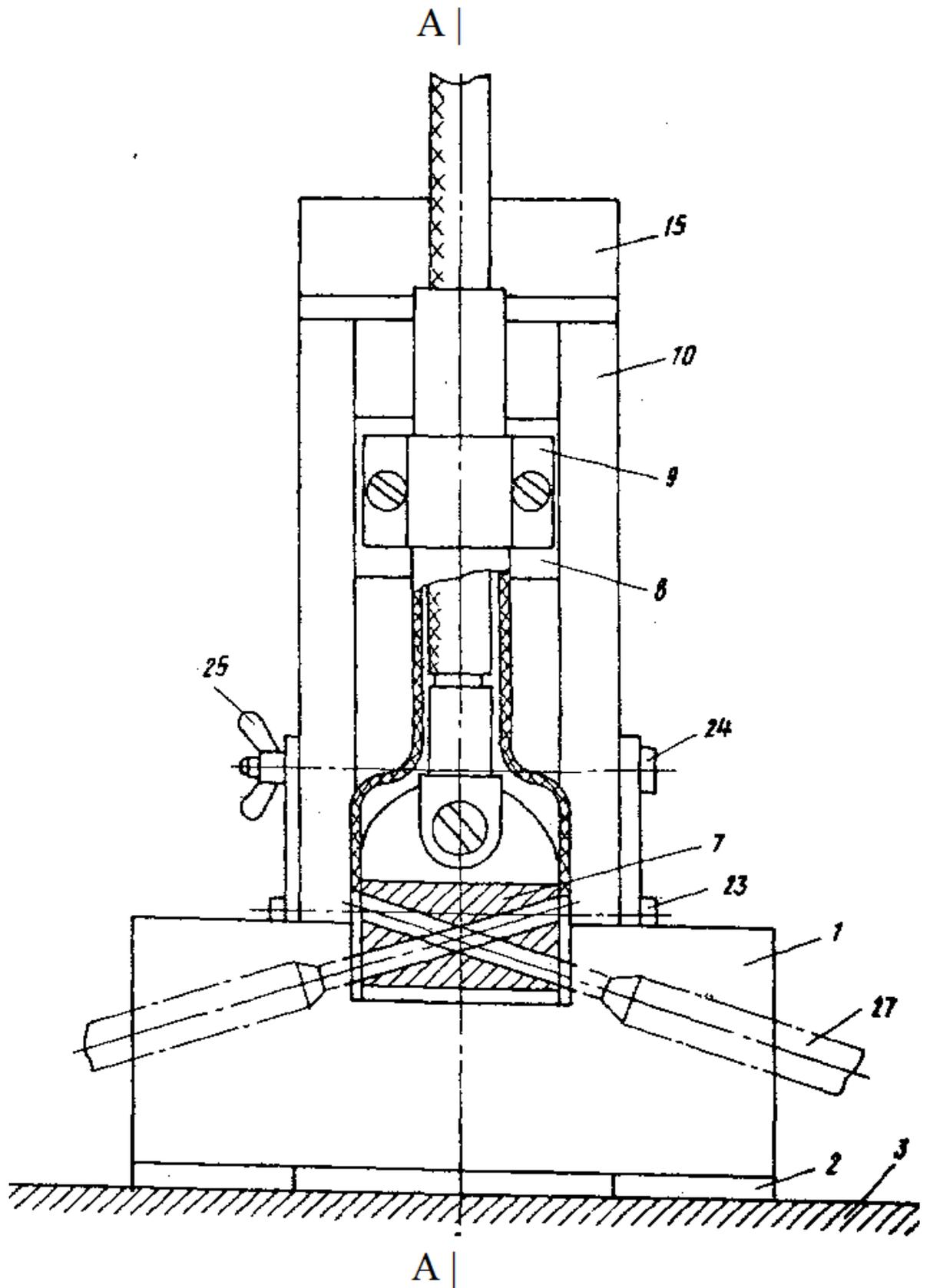


Figure 12 a - electrode holder device for welding with an inclined electrode

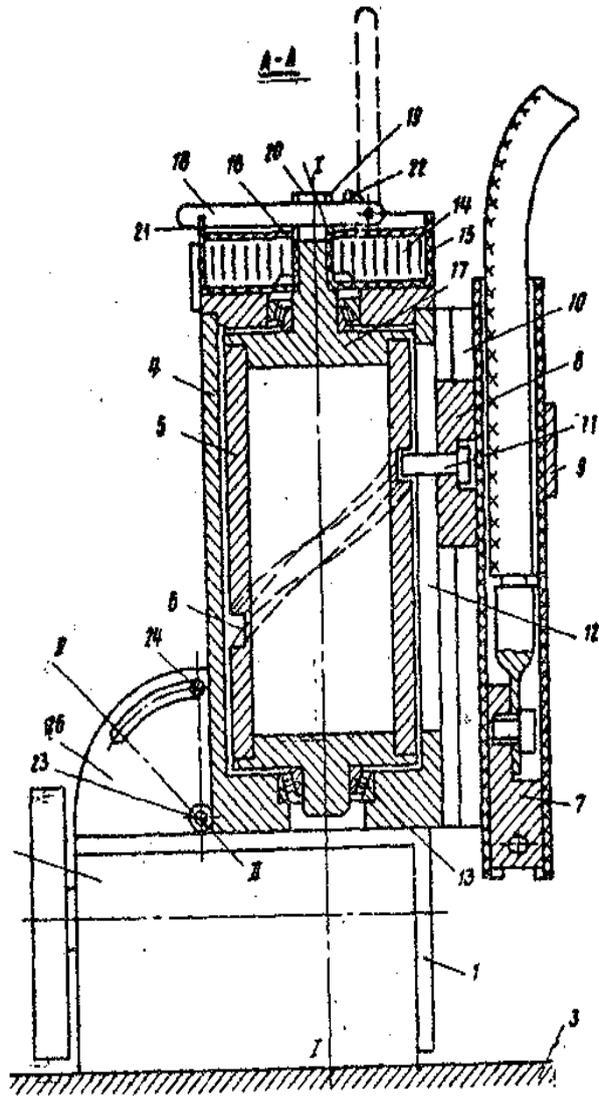


Figure 12 b - section a-a

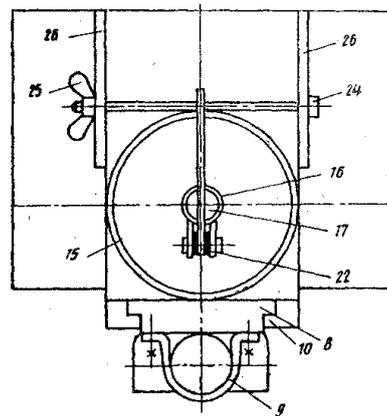


Figure 12 c - device, top view

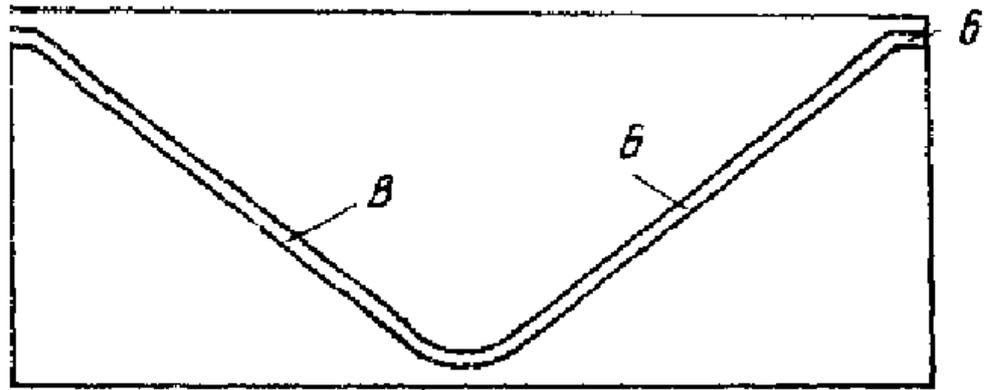


Figure 12 d - is a cylinder with a groove, reamer

Figure 12 a shows the device, General view; Figure 12 b - section A-A; in Figure 12 c - device, top view; Figure 12 d - cylinder with groove, scan.

The device consists of a base 1 with fixation elements 2, a device on the welded surface 3 (for example, permanent magnets), a body 4 with a drum 5 installed therein with a sinusoidal closed groove 6, an electrode holder 7 fixed to a movable carriage 8 by a bracket 9. The movable carriage 8 is installed in the guides 10 of the housing 4 with the possibility of vertical movement and with the help of the pin 11 interacts with the groove 6 of the drum 5 through the window 12 in the housing 4. The drum 5 is mounted in the housing 4 on ball bearings 13 pivotally and spring-loaded relative to its spiral spring 14, one end of which is fixed in the cage 15, fixed to the housing 4, and the other - on the sleeve 16, connected to the rotary axis 17 of the drum 5 by means of the handle 18 through the end grooves 19 in the Sleeve 16 and 20 in the axis 17 - In the cage 15 there is a face groove 21. The handle 18 is pressed to the clip 15 by the spring 22. The body 4 is pivotally connected to the base 1 by means of the axis 23, the screw 24, the nut 25 and the plates 26.

The device allows you to improve the quality of the weld by ensuring a uniform penetration depth. In addition, it does not require readjustment in left - to-right or right - to-left welding.

Since the 1940s, inclined electrode welding has been widely used in shipyards in Japan. After that, the gravitational type of welding has found wide application in the

United States, where he acquired new versions of installations and numerous patents for this type of welding [31].

## **Приложение В**

(обязательное)

### **Сборочный чертеж механизма автоматической подачи покрытого электрода**

