

РОСЖЕЛДОР

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ – филиал РГУПС)**

А.Н.Юрченко

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

**ПМ.01 Подготовка и осуществление технологических процессов
изготовления сварных конструкций
МДК 01.02. Основное оборудование для производства сварных конструкций**

Для специальности 15.02.19 Сварочное производство

Тихорецк

2025

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по
учебной работе

Н.Ю.Шитикова

01 сентября 2025 г.

Методические указания для выполнения практических занятий профессионального модуля ПМ.01. Подготовка и осуществление технологических процессов изготовления сварных конструкций МДК 01.02 Основное оборудование для производства сварных конструкций разработаны для студентов очной формы обучения специальности 15.02.19 Сварочное производство.

Организация-разработчик: Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ТТЖТ – филиал РГУПС)

Разработчик:

А.Н.Юрченко, преподаватель ТТЖТ- филиала РГУПС

Рекомендована цикловой комиссией №5 специальностей 13.02.07, 15.02.19, 23.02.04.

Протокол заседания №1 от 01 сентября 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
2. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1	6
ПОЛЯРНОСТЬ, ЕЕ ВЫБОР. УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ	
3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2	8
ЧТЕНИЕ УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	
4 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3	12
РЕГУЛИРОВАНИЕ СИЛЫ ТОКА	
5. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4	14
ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВ СВАРОЧНЫХ ПОСТОВОБОРУДОВАНИЕ	
6. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5	16
КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СВАРОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА	
7. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6	19
КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СВАРОЧНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ	
8. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7	21
КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИНВЕРТОРА	
9. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8	24
КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МАШИНЫ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ	
10. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9	27
КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МНОГОПОСТОВОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ	
11. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №10	31
ОЗНАКОМЛЕНИЕ С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ УСТАНОВКИ	
12. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ	35

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебно-методические рекомендации разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта для специальности **15.02.19 Сварочное производство** утверждённого приказом Министерства просвещения РФ от 30 ноября 2023 г. № 907 и рабочей программы профессионального модуля **ПМ 01 Подготовка и осуществление технологических процессов изготовления сварных конструкций.**

Учебно-методические рекомендации предназначены для освоения соответствующих профессиональных компетенций:

ПК 1.1. Выбирать методы, способы и приемы сборки и сварки конструкций с учетом условий производства.

ПК 1.2. Выполнять техническую подготовку производства сварных конструкций.

ПК 1.3. Выбирать основные и сварочные материалы, оборудование, приспособления и инструменты для обеспечения производства сварных соединений с заданными свойствами.

ПК 1.4. Обеспечивать необходимые условия хранения и использования основных и сварочных материалов, исправное состояние сварочного оборудования, оснастки и инструмента.

Цели и задачи учебно-методических рекомендаций

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями, обучающийся в ходе освоения профессионального модуля должен:

иметь практический опыт:

- применения различных методов, способов и приемов сборки и сварки конструкций с эксплуатационными свойствами;
- технической подготовки производства сварных конструкций;
- выбора оборудования, приспособлений и инструментов для обеспечения производства сварных соединений с заданными свойствами;
- хранения и использования основных и сварочных материалов, сварочного оборудования, оснастки и инструмента;

уметь:

- выбирать рациональный способ сборки и сварки конструкции;
- выбирать оптимальную технологию соединения или обработки конкретной конструкции или материала;
- использовать типовые методики выбора параметров сварочных технологических процессов;
- устанавливать режимы сварки;
- рассчитывать нормы расхода основных и сварочных материалов для изготовления сварного узла или конструкции;
- читать рабочие чертежи сварных конструкций;
- подготавливать кромки материала в соответствии со спецификациями и требованиями чертежей;

- определять условия выполнения сварочных работ в соответствии с технологической документацией по сварочному производству;
- организовать рабочее место сварщика в соответствии с технологическим процессом и условиями производства;
- обеспечивать рациональное использование производственных площадей, оборудования, оснастки и инструмента;
- анализировать требования конструкторской, технологической и нормативной документации по сварочному производству;
- настраивать сварочное оборудование в соответствии с рекомендациями производителя;
- обеспечивать выполнение необходимых условий хранения и использования основных и сварочных материалов;
- обеспечивать исправное состояние сварочного оборудования, оснастки и инструмента;

знать:

- технологический процесс подготовки деталей под сборку и сварку;
- основы технологии сварки и производства сварных конструкций;
- методику расчетов режимов ручных и механизированных способов сварки;
- основные технологические приемы сварки и наплавки сталей, чугунов и цветных металлов;
- технологию изготовления сварных конструкций различного класса;
- способы подготовки кромок соединения под сварку;
- виды сварочных участков;
- оборудование сварочных постов;
- требования к организации рабочего места, его безопасному содержанию и экологичности;
- виды сварочного оборудования, технические характеристики, устройство, принцип работы и правила эксплуатации;
- источники питания;
- требования, предъявляемые к основным и сварочным материалам, условиям их транспортировки, хранения и выдачи;
- требования, предъявляемые к сварочному оборудованию, оснастке и инструменту, правила обслуживания.

Практические занятия выполняются в условиях кабинета и в учебных мастерских. При проведении практических занятий необходимо строго исполнять инструкции по охране труда и противопожарной безопасности.

Практическое занятие №1
**ПОЛЯРНОСТЬ И ЕЕ ВЫБОР. УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ
ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Рассчитать режимы работы источников питания.

ОБОРУДОВАНИЕ: Методические указания по выполнению практической работы, конспект, калькулятор, формулы продолжительности работы (ПР) и формулы продолжительности включения (ПВ), формула максимально допустимого сварочного тока.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

В паспорте любого источника питания указываются величина номинального сварочного тока и номинальное значение продолжительности работы $ПР_n$ (или же $ПВ_n$). Номинальный (расчетный) ток определяется максимальным допустимым нагревом деталей источника питания. Максимально допустимый сварочный ток можно определить по формуле $I_d = I_n \sqrt{ПР_n / ПР_d}$, где $ПР_d$ – допустимое значение ПР. Пример. Рассчитать допустимый сварочный ток для источника питания, в паспорте которого приведены: $I_n = 500$ А и $ПР_n = 60\%$, если источник работает непрерывно в течение 10 мин (т.е. $ПР_d = 100\%$). Пользуясь формулой находим:
 $I_d = I_n \sqrt{ПР_n / ПР_d} = 500 * \sqrt{60/100} \approx 500 * 0,75 = 375$ А.

ХОД РАБОТЫ

1. Какие показатели применяют для характеристики режима работы источников питания.
2. Как определить продолжительность работы ПР.
3. Как определить продолжительность включения ПВ.
4. Согласно паспорту источника питания определить величину номинального сварочного тока и номинальное значение продолжительности работы ПР.
5. В чем заключается различие между ПР и ПВ.
6. Рассчитать допустимый сварочный ток для источника питания в паспорте которого имеется номинальное значение сварочного тока и значение ПР.
7. Сделать вывод.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1. Рассчитать допустимый сварочный ток для источника питания в паспорте которого приведены:

а) $I = 500 \text{ А}$ и $\text{ПР} = 60 \%$, если источник работает непрерывно в течении 10 минут (т.е $\text{ПР}_д = 100 \%$)

б) $I = 315 \text{ А}$ и $\text{ПР} = 40 \%$, если источник работает непрерывно в течении 15 минут (т.е $\text{ПР}_д = 100 \%$)

2. Пользуясь формулой, определить допустимый сварочный ток по выше указанным показателям.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1. В чем заключается различие между продолжительностью работы и продолжительностью включения источника питания?

2. Какие параметры указываются в паспорте любого источника питания?

3. Как определить номинальный (расчетный) ток?

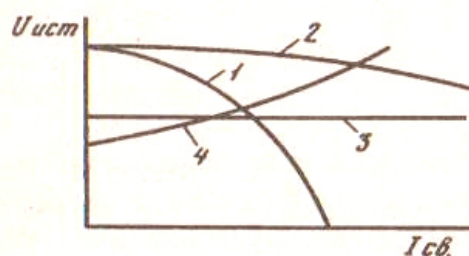


Рис. 97. Виды внешних вольт-амперных характеристик источников питания дуги:
1 — крутопадающая,
2 — пологопадающая,
3 — жесткая,
4 — возрастающая

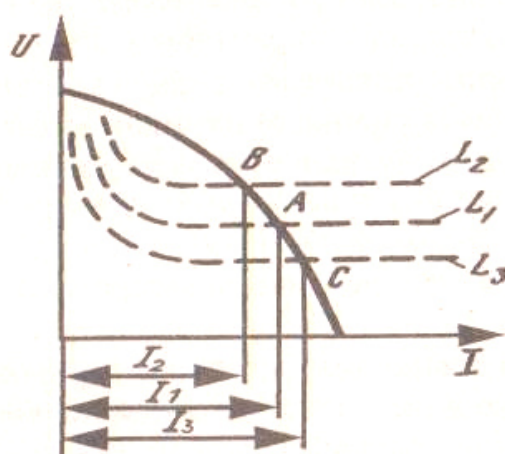


Рис. 98. Статистические характеристики дуги длиной L_1 , L_2 и L_3 :

Практическое занятие №2
**ЧТЕНИЕ УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ СВАРОЧНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить на практике чтение условного обозначения сварочного оборудования

ОБОРУДОВАНИЕ: Методические указания по выполнению практической работы, конспект, таблицы

ХОД РАБОТЫ

Определить как обозначается сварочное оборудование, способы сварки, назначение, источники питания.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Тип изделия (А — автомат, агрегат; В — выпрямитель; Г — генератор; П преобразователь или полуавтомат; Т — трансформатор; У — установка). Вид сварки (Д — дуговая). Способ сварки или назначение, конструктивные или технологические возможности оборудования (Г — источник питания для сварки в среде защитных газов; полуавтоматы или автоматы для сварки в активных и любых защитных газах соответственно; И — полуавтоматы для сварки в инертных газах; У — полуавтоматы для сварки в инертных и активных газах, источники питания универсальные: О — полуавтоматы и автоматы для сварки без защиты дуги; Ф — полуавтоматы и автоматы для сварки под флюсом; ФГ — автоматы для сварки под флюсом и в защитных газах; Б — агрегаты с бензиновым приводным двигателем; Д — агрегаты с дизельным приводным двигателем; Ж — источники питания с жесткой внешней вольтамперной характеристикой; М — трансформаторы с механическим регулированием тока, многопостовый источник питания; Э — трансформаторы с электрическим регулированием тока; К — трансформаторы с конденсатором, который увеличивает коэффициент мощности) Конструктивные или технологические особенности оборудования (Ж — источники питания с

жесткой внешней вольтамперной характеристикой; **М** — источники питания многопостовые; **И** — источники питания и полуавтоматы для импульсно-дуговой сварки; **Ч** — источники питания частотные).

Сварочный ток (одна, две или три цифры — номинальный, в сотнях ампер для автоматов, полуавтоматов, трансформаторов для сварки под флюсом: в десятках ампер — для другого оборудования). Номер модификации или регистрационный (две цифры).

Климатическое исполнение в соответствии с ГОСТ 15150-69 (**У** — для районов с умеренным климатом; **УХЛ** — для районов с умеренным холодным климатом).

Категория размещения оборудования в соответствии с ГОСТ 15543.1-89 (**1** — на открытом воздухе, **2** — при отсутствии влияния солнечного излучения и атмосферных осадков, **3** — в закрытом помещении, **4** — в помещениях, которые отапливаются (охлаждаются) и вентилируются, **5** — в помещении с повышенной влажностью). Отсутствие третьей буквы обозначает ручную дуговую сварку. Например, обозначение изделия ТДМ-317-1У2 расшифровывается как: Т — трансформатор; Д — для дуговой сварки; М — с механическим регулированием тока; 31 — на ток 315 А; 7 — номер регистрационный; 1 — номер модификации; У — климатическое исполнение для районов с умеренным климатом; 2 — категория размещения в закрытом помещении.

Примеры:

Изделие ВДГМ-1602У2: В — выпрямитель; Д — дуговая сварка; Г — в среде защитных газов; М — многопостовый; 160 — на номинальный ток 1600 А; 2 — регистрационный номер; У — климатическое исполнение; 2 — категория размещения.

Аппарат АДФГ-502У4: А — автомат; Д — дуговая сварка под флюсом и в защитных газах ФГ; 5 — на номинальный ток 500А; 02 — регистрационный номер; У — климатическое исполнение; 4 -категория размещения.

Оборудование, изготовленное в ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины, обозначается так: аппарат А-1416УХЛ4: А — автомат; 1416 — номер проекта; УХЛ4 — тип климатического исполнения и категория размещения. Изделие ПШ-125: П — полуавтомат; Ш — шланговый; 125 — регистрационный номер разработки и т.д.

Виды сварочного оборудования

Шифр вида СО	Назначение
А	Оборудование для дуговой сварки
В	Оборудование для газовой сварки
С	Оборудование для контактной сварки
D	Оборудование для сварки полимерных материалов
F	Оборудование для электрошлаковой сварки (наплавки)
G	Оборудование для плазменной сварки (резки)
L	Оборудование для сварки (наплавки) высококонцентрированными источниками нагрева
K	Оборудование для прессовых и термопрессовых видов сварки

Типы сварочного оборудования для дуговой сварки вида А

Шифр СО	Тип СО	Назначение
A1	ТД	Трансформатор для ручной сварки
A2	ТДФ	Трансформатор для механизированной сварки под флюсом
A3	ВД, ВДУЧ	Выпрямитель для ручной дуговой и механизированной сварки под флюсом и в защитных газах (в том числе высокочастотный)
A4	УДГ	Установка для сварки неплавящимся электродом
A5	ПДГ	Полуавтомат для механизированной сварки в активных газах
A6	ПДФ	Полуавтомат для механизированной сварки под флюсом

ХОД РАБОТЫ

1. Определить обозначение по типу изделий
2. Охарактеризовать виды сварки и способы сварки
3. Указать буквенное обозначение по виду сварочного оборудования.
4. На примерах в практической работе произвести расшифровку вида СО.
5. Произвести расшифровку категории размещения оборудования, согласно ГОСТ 15543.1-89 Т.
6. Изучить типы сварочного оборудования для дуговой сварки вида А
7. Сделать вывод.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1. Изучить обозначения по типу изделий.
2. Перечислить категории размещения оборудования в соответствии с ГОСТ 15543.1-89
3. Дать характеристику видов сварочного оборудования с расшифровкой
4. Указать применение типов сварочного оборудования для дуговой сварки вида А

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1. Для чего применяю расшифровку видов СО
2. Произвести расшифровку оборудования Аппарат АДФГ-502У4:
3. Произвести расшифровку оборудования А-1416УХЛ4: А
4. Как определить типы сварочного оборудования для дуговой сварки Типа А

РЕГУЛИРОВАНИЕ СИЛЫ ТОКА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Рассчитать режимы работы источников питания.

ОБОРУДОВАНИЕ: Методические указания по выполнению практической работы, конспект, калькулятор, формулы продолжительности работы (ПР) и формулы продолжительности включения (ПВ), формула максимально допустимого сварочного тока.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Обычно работа источника питания сварочной дуги происходит с периодическими включениями и выключениями нагрузки (например, во время смены электрода, при очистке шва от шлаков и т.д). Для характеристики режима работы источника питания применяют такие показатели, как продолжительность работы (ПР) и продолжительность включения (ПВ). Обе эти величины выражаются в процентах: $ПР = t_{св} / (t_{св} + t_{хх}) * 100\%$, $ПВ = t_{св} / (t_{св} + t_{п}) * 100\%$, где $t_{св}$ – время (продолжительность) сварки, $t_{хх}$ – время холостого хода, $t_{п}$ – время паузы.

Различие между ПР и ПВ заключается в том, что в первом случае во время паузы источник питания не отключается от сети и работает на холостом ходу, а во втором случае источник питания полностью отключается от сети.

В паспорте любого источника питания указываются величина номинального сварочного тока и номинальное значение продолжительности работы $ПР_n$ (или же $ПВ_n$). Номинальный (расчетный) ток определяется максимальным допустимым нагревом деталей источника питания. Максимально допустимый сварочный ток можно определить по формуле $I_d = I_n \sqrt{ПР_n / ПР_d}$, где $ПР_d$ – допустимое значение ПР.

ХОД РАБОТЫ

1. Охарактеризовать работу источника питания сварочной дуги.
2. Укажите в чём заключается различие между показателями ПР и ПВ.
3. Укажите какие данные можно найти в паспорте любого источника питания.
4. Определите номинальный (расчётный) ток.

5. Сделать вывод.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1. Рассчитать допустимый сварочный ток для источника питания в паспорте которого приведены величина номинального сварочного тока и номинальное значение продолжительности работы.
2. Рассчитать номинальный расчетный ток, который определяется максимально допустимым нагревом деталей источника питания.
3. Указать характеристики режима работы источников питания.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1. Как обычно происходит работа источника питания?
2. В каких единицах выражаются показатели ПР и ПВ?
3. Как определить максимально допустимый сварочный ток?

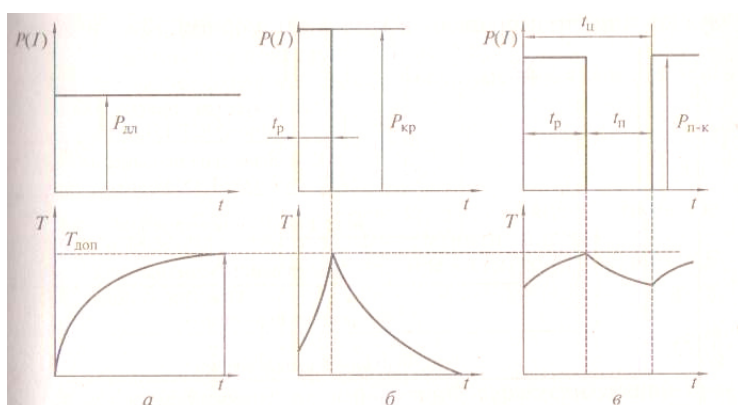


Рис. 8.6. Режимы работы электросварочного оборудования:

a — продолжительный; *б* — кратковременный; *в* — повторно-кратковременный

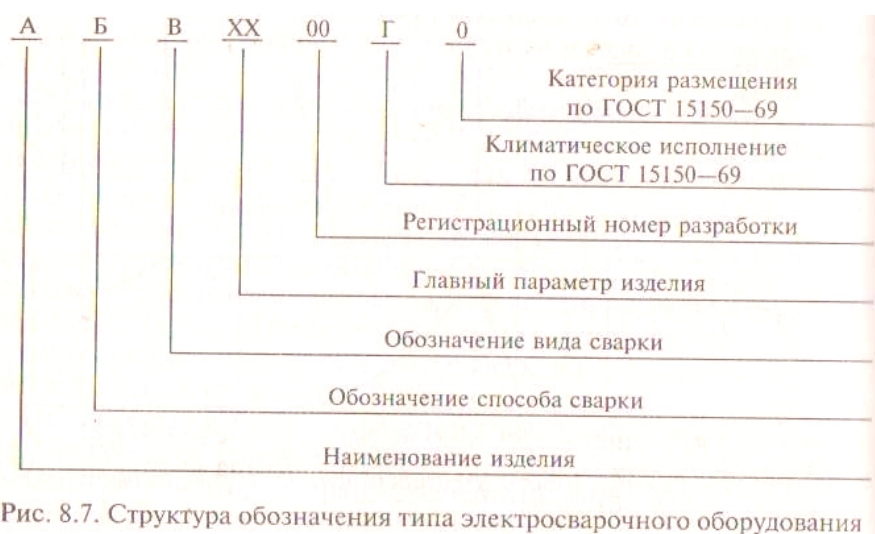


Рис. 8.7. Структура обозначения типа электросварочного оборудования

ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВ СВАРОЧНЫХ ПОСТОВ, ОБОРУДОВАНИЕ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Определить, что называется сварочным постом и укомплектовать его.

ОБОРУДОВАНИЕ: Методические указания по выполнению практической работы, конспект, схема сварочных постов для ручной сварки.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Сварочным постом называется рабочее место, оборудованное всем необходимым для производства сварочных работ. Сварочный пост укомплектовывается источником питания, электрическими проводами, электрододержателем, щитком или маской, а также различными инструментами и приспособлениями. Сварочные посты могут быть стационарными или передвижными. В зависимости от рода применяемого тока и типа источника питания сварочные посты принято подразделять на следующие виды:

- сварочные посты постоянного тока с питанием от однопостового(или многопостового) сварочного выпрямителя или сварочного преобразователя;
- сварочный пост с питанием от сварочного трансформатора.

Стационарные сварочные посты обычно представляют собой открытые сверху кабины, в которых свариваются изделия небольших размеров. Как правило, в кабине размещается однопостовой сварочный выпрямитель или трансформатор. Если используется вращающийся преобразователь постоянного тока, то из-за шума он размещается вне кабины. В случае питания сварочных постов от многопостовых выпрямителей и преобразователей постоянного тока сварочный ток разводят по кабинам шинами или проводами. В кабинах устанавливаются рубильники или магнитные пускатели.

ХОД РАБОТЫ

- 1 Указать чем стационарные посты отличаются от передвижных.
- 2 Указать виды сварочных постов.

- 3 Указать конструктивные особенности сварочных постов в зависимости от применяемого тока и типа источника питания.
- 4 Указать отличительные особенности стационарных сварочных постов.
- 5 Указать в каких случаях используются передвижные сварочные посты.
- 6 Изучить схемы сварочных постов.
- 7 Сделать вывод.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

- 1 Укомплектовать сварочный пост необходимым оборудованием.
- 2 Указать характеристику сварочного поста постоянного тока.
- 3 Указать характеристику сварочного поста с питанием от сварочного трансформатора.
- 4 Указать какие сварочные выпрямители или трансформаторы размещаются в стационарном сварочном poste.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1. Что называется сварочным постом?
2. Какие сварочные посты вы знаете?
3. Чем укомплектовывается сварочный пост?
4. В каких случаях используются передвижные сварочные посты?

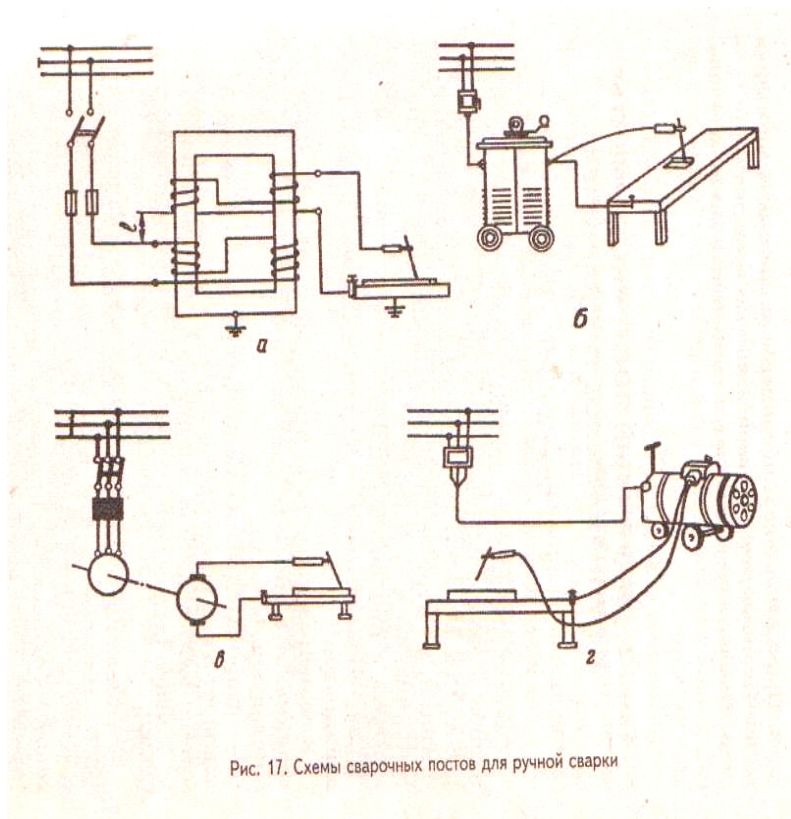


Рис. 17. Схемы сварочных постов для ручной сварки

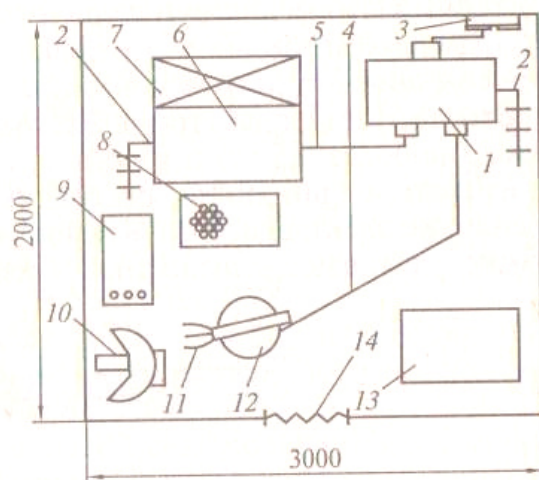


Рис. 9.1. Планировка сварочной кабины:

1 — источник питания дуги; 2 — заземление; 3 — пускатель источника питания; 4 и 5 — прямой и обратный токопроводящие провода; 6 — стол; 7 — вентиляция; 8 — коврик; 9 — электроды; 10 — щиток; 11 — электрододержатель; 12 — стул; 13 — ящик для отходов; 14 — дверной проем

КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СВАРОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Определить режимы работы источника питания.

ОБОРУДОВАНИЕ: Методические указания по выполнению практической работы, конспект, калькулятор, принципиальная схема сварочного трансформатора марки ТС.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

1.Зададим исходные данные:

$I_d = 80 \text{ А}$ – ток дуги; напряжение в сети $U_1 = 220 \text{ В}$;

2.Для стабильного горения дуги напряжение дуги выбираем: $U_d > 30 \text{ В}$;

3.Вычисляем напряжение холостого хода во вторичной обмотке:

$U_2 = 2.2 * U_d = 2.2 * 30 = 66 \text{ В}$;

4.Мощность дуги определим по формуле: $P_d = U_d * I_d * \cos \phi = 30 * 80 = 2400 \text{ Вт}$;

5.Сварочный аппарат работает в повторно-кратковременном режиме со средней продолжительностью $PR = 30\text{-}65\%$. Выбираем 65% . Тогда расчетная мощность будет равна: $P_{тр} = P_d * PR = 2400 * 0,65 = 1560 \text{ Вт}$

6.По этой мощности определяем сечение железнодорожного сердечника, число витков на 1 вольт, напряжение и диаметр провода в первичной обмотке:

- площадь поперечного сечения – 55 см^2 ;

- число витков на 1 вольт $W = 0.9$;

- диаметр провода – $1,81 \text{ мм}$;

7.Определим число витков первичной обмотки: $W_1 = W * U_1 = 0.9 * 220 = 198$ витков;

Если применить намотку одну поверх второй, то при работе меняться индуктивное сопротивление. Для исключения такого влияния обмотки расположены, как показано на 3 рисунке 108. При этом магнитные потоки обмоток будут противоположными, а общий магнитный поток не изменится. Также исключается влияние на первичную обмотку.

8. Определим сечение проводника вторичной обмотки: Принимая плотность тока $j=3 \text{ А/мм}^2$, $S_2=I_d./j=80/3=26,6\text{мм}^2$. По справочникам определяем шину, например $10*3 \text{ мм} = 30\text{мм}^2$.

9. Определим число витков вторичной обмотки:

$W_2=W*1,1=0,9*66*1,1=65$ витков.

Катушка $W1/1$ намотана сверху $W1$. Основа каркаса катушек – электротехнический картон толщиной 1 мм. Каждый ряд обмоток изолируется слоем толщиной 0,1-0,3 мм. Выводы обмоток пропущены через изоляционные трубки из лакоткани. Первичная обмотка переключается галетным переключателем на 10 А или при помощи штекеров. Изготовленный аппарат выдает ток до 130-150 А, что позволяет использовать электроды диаметром от 2,5 до 5 мм.

ХОД РАБОТЫ

- 1 Указать принципиальную схему сварочного трансформатора.
- 2 Указать зависимость напряжения холостого хода источника переменного тока и сдвига фаз.
- 3 На примере сварочного трансформатора объяснить его устройство и принцип работы.
- 4 Изучить схему сварочного трансформатора марки ТС.
- 5 Описать конструкцию и устройства трансформатора марки ТСД.
- 6 Указать работу электрической схемы трансформатора марки ТСД.
- 7 Сделать вывод.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

- 1 Рассчитать допустимый сварочный ток для источника питания в паспорте которого приведены величина номинального сварочного тока и номинальное значение продолжительности работы.
- 2 Рассчитать номинальный расчетный ток, который определяется максимально допустимым нагревом деталей источника питания.
- 3 Указать характеристики режима работы источников питания.
- 4 Указать различие между ПР и ПВ.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1. Какая конструкция у сварочного трансформатора?
2. Как происходит регулировка напряжения?
3. С чего начинается сборка трансформатора?
4. Какие показания напряжений допустимы снимать со вторичной обмотки трансформатора?

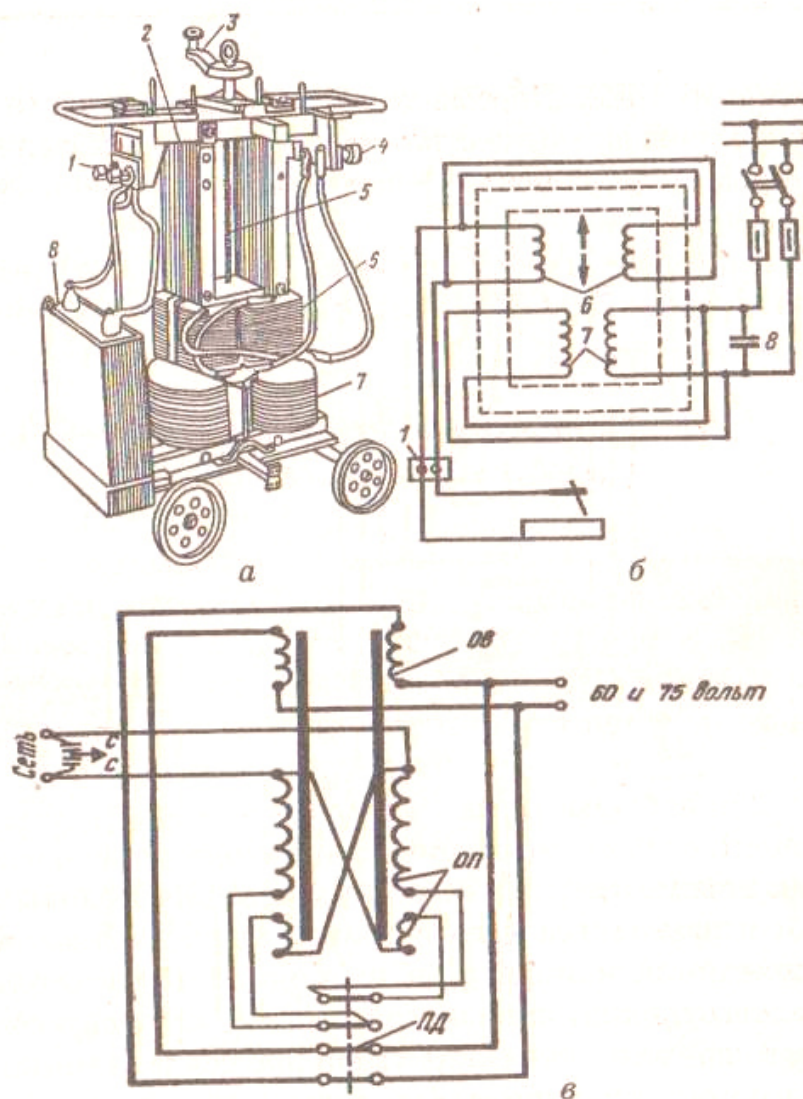


Рис. 103. Сварочные трансформаторы:
а — конструктивная схема трансформатора ТСК-500 (кожух снят),
б — его электрическая схема; 1 — сетевые зажимы для проводов, 2 — сердечник (магнитопровод), 3 — рукоятка для регулирования тока, 4 — зажимы для подсоединения сварочных проводов, 5 — ходовой винт, 6 — катушка вторичной обмотки, 7 — катушка первичной обмотки, 8 — компенсирующий конденсатор (стрелками показано перемещение катушек для регулирования тока); *в* — параллельное соединение обмоток трансформатора ТД-500; ОП — первичная обмотка, ОВ — вторичная обмотка, ПД — переключатель диапазона токов, С — защитный фильтр от радиопомех

КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СВАРОЧНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить устройство сварочных выпрямителей с жёсткими и пологопадающими внешними характеристиками.

ОБОРУДОВАНИЕ: Методические указания по выполнению практической работы, конспект, калькулятор, схемы «Конструктивное оформление сварочного выпрямителя».

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Сварочный выпрямитель состоит из двух основных частей: понижающего трансформатора с устройством для регулирования тока или напряжения и выпрямительного блока, который выполнен на кремниевых или селеновых вентилях (диодах). Кроме того, сварочные выпрямители обычно снабжены вентилятором для воздушного охлаждения выпрямительного блока. Выпрямительный блок может быть собран по двум наиболее распространенным схемам: однофазный мостовой или трехфазный мостовой (3 Рис.113). Чаще всего применяется трехфазная мостовая схема выпрямления, обеспечивающая более устойчивое горение сварочной дуги, более равномерную загрузку всех трех фаз силовой сети и лучшее использование трансформатора. При работе выпрямителя по трехфазной схеме в каждый момент времени ток проводится только двумя элементами, соединенными с нагрузкой последовательно. В результате в течение одного периода получается 6 пульсаций тока (3 Рис.114). Сварочные выпрямители рассчитаны обычно на получение либо жесткой и пологопадающей внешней характеристики, либо крутопадающей. Выпускаются также универсальные выпрямители, обеспечивающие падающие, жесткие и пологопадающие вольтамперные характеристики.

ХОД РАБОТЫ

- 1 Представить схему (графически) выпрямителя переменного тока.
- 2 Указать конструктивную схему выпрямителя ВД-306.
- 3 Разобрать технические характеристики сварочного выпрямителя

ВД-306.

4 Охарактеризовать предназначение сварочных выпрямителей.

5 Изучить конструктивные особенности сварочного выпрямителя с пологопадающими характеристиками.

6 Сделать вывод.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1 Описать устройства в которых при помощи полупроводниковых элементов переменный ток преобразуется в постоянный и которые используются для питания сварочной дуги.

2 Описать типовую электрическую схему сварочного выпрямителя состоящую из двух основных частей: понижающего трансформатора и выпрямительного блока.

3 Указать характеристики режима работы источников питания.

4 Изучить технические характеристики многопостовых выпрямителей приведённых в таблице.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1. Что из себя представляют сварочные выпрямители?

2. По каким схемам можно собрать выпрямительный блок сварочного выпрямителя?

3. Для каких характеристик рассчитаны сварочные выпрямители?

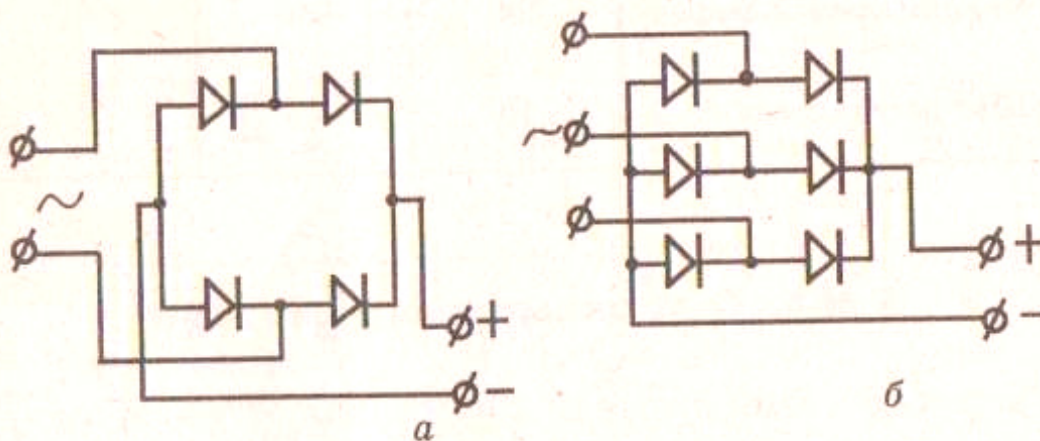


Рис. 113. Принципиальные типовые схемы выпрямителей:
а — однофазная мостовая, б — трехфазная мостовая

Таблица 71

Технические характеристики выпрямителей серии ВД

Выпрямители	ВД-201	ВД-306	ВД-401
Номинальный сварочный ток, А	200	315	400
Диапазон регулирования тока, А	30–200	45–315	50–450
Номинальное рабочее напряжение	28	33	36
Первичная мощность	15	21	28
К.П.Д.	60%	72%	69%
Масса, кг	120	164	200
Габариты, мм:			
длина	715	785	772
ширина	622	780	770
высота	775	795	785

КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИНВЕРТОРА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить инвертор, как источник питания.

ОБОРУДОВАНИЕ: Методические указания по выполнению практической работы, конспект, калькулятор,

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Принцип действия

Сварочный инвертор представляет собой силовой трансформатор для понижения напряжения сети до необходимого напряжения холостого хода источника, блок силовых электрических схем, в основу которых заложены транзисторы MOSFET или IGBT и стабилизирующего дросселя для уменьшения пульсаций выпрямленного тока. Принцип действия инверторного источника сварочной дуги следующий: сетевое переменное напряжение подается на выпрямитель, после которого силовой модуль преобразует постоянное напряжение в переменное с повышенной частотой, которое подается на высокочастотный сварочный трансформатор, имеющий существенно меньшую массу, чем сетевой, напряжение которого, после выпрямления, подается на сварочную дугу. Дуга на постоянном токе более устойчива.

Преимущества

Преимуществом инверторного источника питания сварочной дуги является уменьшение размеров силового трансформатора и улучшение динамической характеристики дуги. Использование инверторных технологий привело к уменьшению габаритов и массы сварочных аппаратов, улучшению качественного показателя сварочной дуги, повышению КПД, минимальному разбрызгиванию при сварке, позволило реализовать плавные регулировки сварочных параметров.

Недостатки

До конца 2000-х годов инверторные источники были намного дороже трансформаторных и менее надежны. По состоянию на 2010-е годы цена на инверторные аппараты значительно снизилась и приблизилась к

трансформаторным. Надежность ИИСТ тоже существенно возросла, особенно с началом массового применения IGBT-модулей.

Ограниченность по коэффициенту загрузки, что связано со значительным нагревом элементов схемы.

Повышенная чувствительность к влажности воздуха и конденсату, выпадающему внутри корпуса.

Высокий (а зачастую — опасный) уровень создаваемых высокочастотных электромагнитных помех. Эта проблема частично решается применением так называемой улучшенной широтно-импульсной модуляции и синхронными выпрямителями во вторичных цепях. Однако эти решения существенно удорожают и утяжеляют устройство поэтому нашли применение лишь в профессиональных стационарных моделях. В ряде стран, например, в Канаде, Бельгии и Нидерландах, есть ограничения на применение импульсных источников питания с «жестким» переключением транзисторов. Наиболее ранние типы сварочных инверторов (построенные на биполярных транзисторах) использовали резонансный принцип и переключение выходных транзисторов при нулевой фазе тока, что существенно сужает спектр электромагнитных помех и уменьшает их спектральную мощность

ХОД РАБОТЫ

- 1 Укажите принцип действия сварочного инвертора.
- 2 Описать работу сварочного инвертора.
- 3 Указать преимущество инверторного источника питания сварочной дуги.
- 4 С какой целью используются сварочные инверторы.
- 5 Как определяется преимущество инвертерного источника питания.
- 6 Сделать вывод.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

- 1 Предназначение сварочных инвертеров.
- 2 Описать принцип работы сварочного инвертера
- 3 Описать процесс работы сварочного инвертера
- 4 Указать использование полупроводниковых диодов в выпрямителях

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1. Что из себя представляет сварочный инвертор
2. В чем заключается преимущество инверторного источника питания сварочной дуги
3. В чем заключаются недостатки инвертерного источника питания.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МАШИНЫ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ
ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Определить принцип и технологию работы машины контактной сварки.

ОБОРУДОВАНИЕ: Методические указания по выполнению практической работы, конспект, калькулятор, таблица выбора сечения сварочных проводов в зависимости от величины сварочного тока.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ ХОД РАБОТЫ

Основные способы контактной сварки. Основными способами контактной сварки являются точечная, шовная (роликовая) и стыковая сварка.

При *точечной сварке* (рис. 1.10, а) детали соединяются на отдельных участках их соприкосновения — точках. Детали собирают внахлестку, сжимают между электродами из медных сплавов, подключенными ко вторичной обмотке сварочного трансформатора, и пропускают через место сварки короткий импульс сварочного тока $I_{св}$. В месте контакта между деталями металл расплавляется, образуется ядро сварной точки

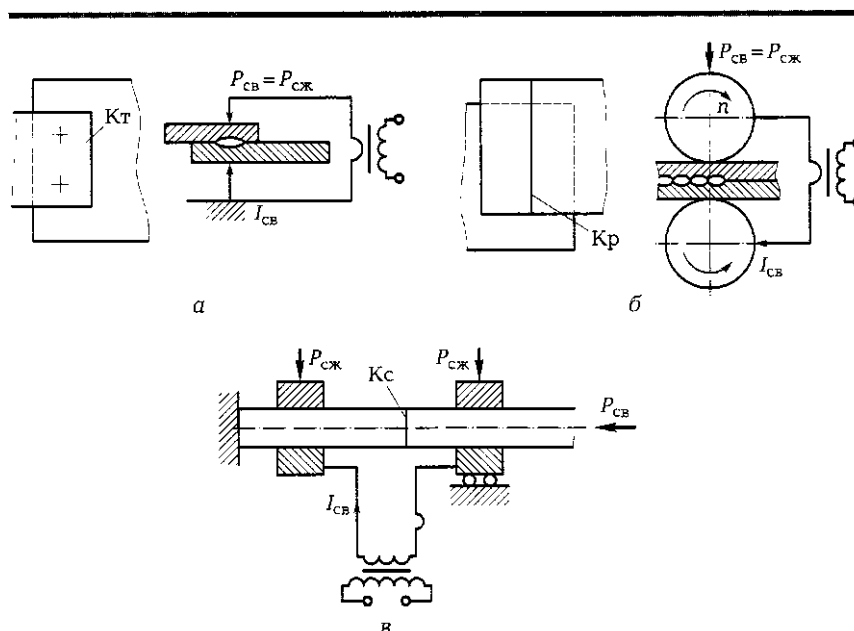


Рис. 1.10. Схемы способов контактной сварки:

а — точечной (Кт); б — шовной (Кр); в — стыковой (Кс); $P_{сж}$ — сжимающее усилие; $P_{св}$ — сварочное усилие

Точечную и шовную сварку можно производить и с односторонним подводом сварочного тока, устанавливая оба электрода с одной стороны детали. С обратной

стороны при этом устанавливают медную подкладку. Сваривают одновременно две точки или два шва. Одностороннюю сварку применяют при затрудненном доступе к обратной стороне детали и для повышения производительности труда. Разновидностью точечной сварки является рельефная сварка. Для ее выполнения на одной из деталей штампуют выступ — рельеф. На него укладывают вторую деталь и производят сварку. Это обеспечивает более концентрированный нагрев в зоне контакта деталей. При образовании сварного ядра рельеф сминается. Если рельеф выполнить в виде длинного валика, то можно производить рельефную роликовую сварку. Точечной сваркой выполняют только нахлесточные соединения, роликовой можно выполнять еще и стыковые. Для этого на стык листовых деталей накладывают с обеих сторон полоски тонкой (толщина 0,3...0,5 мм) фольги из материала свариваемых деталей и сваривают стык с полным проплавлением его по толщине.

При *стыковой сварке* (рис. 1.10, в) свариваемые детали (прутки, профильный прокат, трубы и т.п.) соединяют по всей площади их торцов. Детали зажимают в электродах-губках, затем прижимают друг к другу соединяемыми поверхностями и пропускают сварочный ток. Различают стыковую сварку сопротивлением и оплавлением.

При сварке сопротивлением детали прижимают с большим усилием (20...50 Н на 1 мм²). Сварочный ток нагревает детали до температуры 0,8...0,9 температуры плавления. В стыке происходит пластическая деформация, соединение образуется без расплавления металла. Этим способом не всегда удается обеспечить равномерный нагрев деталей большого сечения по всей площади и достаточно полно удалить из стыка деталей оксидные пленки. Поэтому стыковую сварку сопротивлением применяют только для соединения деталей с малой площадью поперечного сечения (до 200...300 мм²): проволок, труб, стержней из малоуглеродистых сталей.

При сварке оплавлением детали прижимают друг к другу очень малым усилием при включенном сварочном трансформаторе. Отдельные места контакта поверхностей мгновенно оплавляются, возникают новые контактные места,

которые тоже оплавляются. Под действием электродинамических сил жидкие прослойки металла оплавленных контактных мест вместе с оксидами и загрязнениями выбрасываются из стыка деталей. Поверхности постепенно оплавляются. Далее усилие сжатия резко увеличивают, в результате чего происходит осадка. При этом в течение 0,1 с через стык еще пропускают ток. Жидкий металл вместе с оставшимися оксидами вытесняется из зоны стыка в грат, в результате чего соединение образуется между твердыми, но пластичными поверхностями. При сварке оплавлением химически активных металлов зону соединения защищают инертными газами.

Точечной сваркой соединяют между собой плоские и цилиндрические детали различной толщины. Для такой сварки наиболее целесообразны заготовки с открытыми профилями или с отбортовкой при толщине элементов, не превышающей 8... 10 мм. Расстояние t между центрами.

ХОД РАБОТЫ

- 1 Указать основные способы контактной сварки.
- 2 Указать принцип работы точечной сварки.
- 3 Указать технологию сборки деталей перед сваркой.
- 4 С какой целью производится сжимающее усилие.
- 5 Описать схему односторонней контактной сварки.
- 6 Описать схему работы сварки сопротивлением

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1. Пользуясь конспектом определить схемы способов контактной сварки.
2. Указать какие соединения можно выполнять точечной сваркой.
3. Указать какие соединения можно выполнять роликовой сваркой
4. Указать технологию контактной сварки оплавлением.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1. Какие детали свариваются контактной сваркой.
2. В чем заключается суть точечной сварки.
3. Как работает контактная сварка с односторонним подводом сварочного тока.
4. Как производится сварка с оплавлением детали.

Практическое занятие №9
**КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МНОГОПОСТОВОГО ИСТОЧНИКА
ПИТАНИЯ**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Рассчитать режимы работы источников питания.

ОБОРУДОВАНИЕ: Методические указания по выполнению практической работы, конспект, калькулятор, принципиальная схема сварочного генератора.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Многопостовой источник питания постоянного тока (см. рис.) для ручной дуговой сварки и автоматической сварки под флюсом, обслуживающий сварочных постов (СП1 — СПп), получает питание через шинопровод ШП от выпрямителя В. Сварочный ток много -го поста регулируется постовым (балластным) переменным сопротивлением (ПБПС).

Основное требование, предъявляемое к многопостовым источникам питания,— обеспечение независимой работы /-го поста как в установившемся, так и в переходном режиме при изменении сварочного процесса (обрыв или возбуждение сварочной дуги, короткое замыкание дугового промежутка каплей расплавленного металла и т. д.) на других постах.

Независимая работа сварочных постов от одного источника питания через шинопровод в статическом режиме определяется постоянным напряжением холостого хода вдоль шинопровода для /-го поста, т. е. $U_{хП}$ /, а в динамическом — устойчивостью горения сварочной дуги. Указанные условия работы обеспечивают качественное выполнение сварного соединения.

Напряжение холостого хода для /-го поста в статическом режиме можно определить по формуле, где U_0 — выходное напряжение многопостового источника питания постоянного тока; ΔU_{wn} — падение напряжения вдоль шинопровода.

Для обеспечения $U_{хтi} = \text{const}$ необходимо, чтобы A шл-+0, а $U_0 = \text{const}$ при максимальной нагрузке, т. е. многопостовой источник питания постоянного тока должен иметь жесткую внешнюю характеристику. С достаточной для практики точностью можно сказать, что условие независимости работы i -го поста при

максимальной нагрузке будет соблюдаться, если значение $A_{\text{ша}}$ не превышает $\pm 5\% U_{Xa1}$ в течение длительного времени.

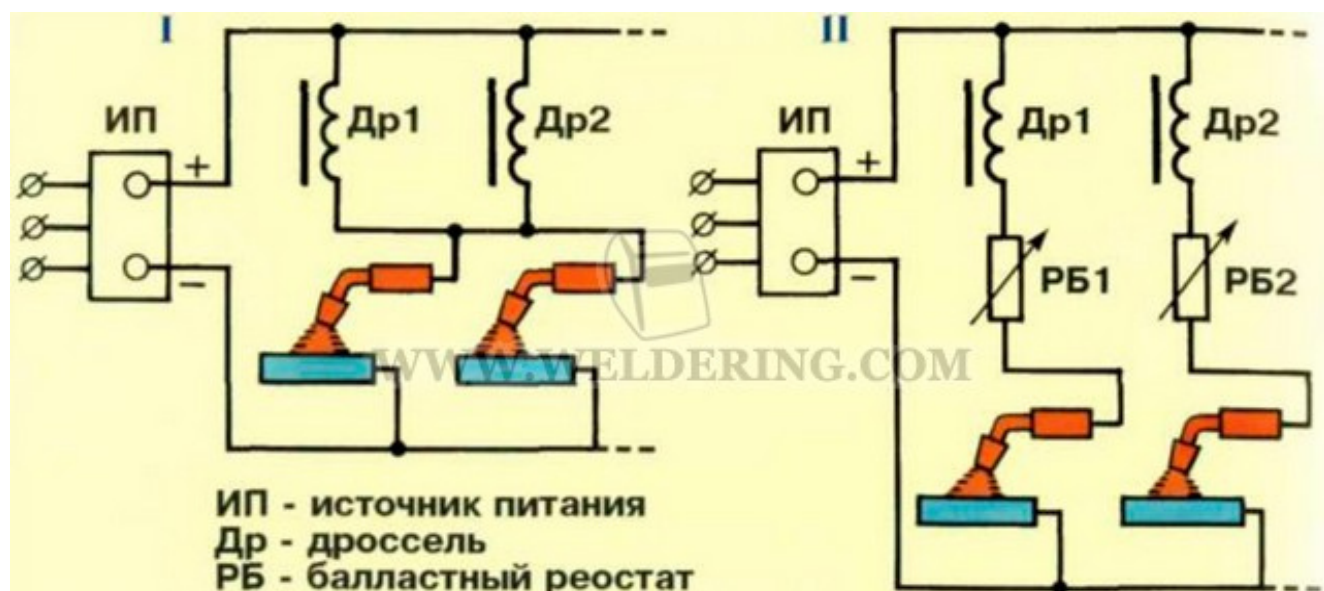
Из выражения следует, что напряжение дуги поста обратно пропорционально сварочному току, причем эта зависимость линейная. Таким образом, внешняя характеристика $I-U$ поста является падающей и линейной, что обеспечивает высокую устойчивость процесса при ручной дуговой сварке и автоматической сварке под флюсом.

Значение балластных сопротивлений $R_{\text{б}}$ выбирают очень малым — от десятых до сотых долей ома. Это вызвано тем, что на них выделяется достаточно большая тепловая мощность, которая снижает КПД многопостовых источников питания.

Специфика сварки в среде углекислого газа обуславливает более высокие требования к многопостовым источникам питания постоянного тока, чем при ручной дуговой сварке или автоматической сварке под флюсом. Это вызвано тем, что быстро нарастающие пики сварочного тока.

В многопостовых системах пригодны как сварочные преобразователи, так и выпрямители с жесткими внешними статическими характеристиками.

Существуют две схемы организации многопостовой сварки.



I - применяется при сварке на одинаковых режимах с частыми замыканиями дуги; в цепь каждого сварочного поста необходимо включать индуктивность, которая уменьшает взаимное влияние одного поста на другой.

II - применяется при сварке на различных режимах. Напряжение холостого хода источника питания устанавливают по максимально необходимому напряжению сварки, а напряжение на постах регулируют балластными реостатами.

ХОД РАБОТЫ

1. Охарактеризовать многопостового источника питания
2. Основное требование, предъявляемое к многопостовым источникам питания.
3. Охарактеризовать независимую работу сварочных постов от одного источника питания в .
4. Описать напряжение холостого хода для /-го поста в статическом режиме.
5. Определить значение балластных сопротивлений.
6. Основное требование, предъявляемое к многопостовым источникам питания.
7. Сделать вывод.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1. Рассмотреть принципиальную много постового источника питания.
2. Укажите подробности регулирования сварочного тока много пост источника питания.
3. Укажите два способа регулировки сварочного тока, согласно рис.
4. Укажите возможность регулирования сварочного тока при помощи реостата в цепи обмотки самовозбуждения.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1. Как производится плавное регулирование сварочного тока сварочного.
2. Какие типы сварочных постов вы знаете?
3. Как независимая работа сварочных постов от одного источника питания.

ОЗНАКОМЛЕНИЕ С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННО – ЛУЧЕВОЙ УСТАНОВКИ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить производство электронно-лучевой сварки

ОБОРУДОВАНИЕ: Методические указания по выполнению практической работы, конспект, калькулятор, Приемы сварки электронными лучами и технологические приемы для улучшения качества шва.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Электронно-лучевая сварка проводится электронным лучом в вакуумных камерах. Размеры камер зависят от размеров свариваемых деталей и составляют от 0.1 до нескольких сотен кубических метров.

Плавление металла при электронно-лучевой сварке и образование зоны проплавления обусловлено давлением потока электронов в электронно-лучевой пушке, выделением теплоты в объеме твердого металла, реактивным давлением испаряющегося металла, вторичных и тепловых электронов и излучением.

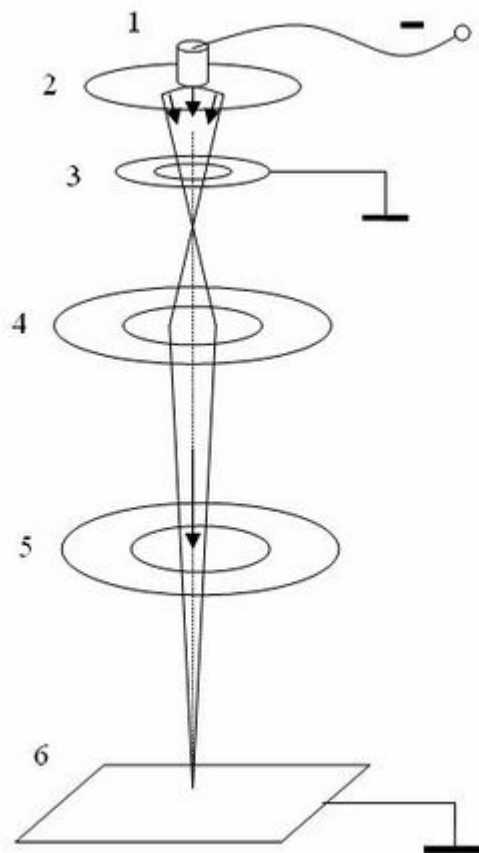
Сварка производится непрерывным или импульсным электронным лучом. Импульсные лучи с большой плотностью энергии и частотой импульсов 100—500 Гц используются при сварке легкоиспаряющихся металлов, таких как алюминий, магний. При этом повышается глубина проплавления металла. Использование импульсных лучей позволяет сваривать тонкие металлические листы.

В камере, формирующей электронный луч, откачивается воздух вплоть до давлений 1—10 Па. Это приводит к высокой защите расплавленного металла от газов воздуха.

Приемы сварки электронными лучами

В электронно-лучевой сварке применяют следующие технологические приемы для улучшения качества шва:

сварку наклонным лучом (отклонение на $5\text{—}7^\circ$) для уменьшения пор и несплошностей в металле.



Электронная пушка. 1 — катод, 2 — электрод, 3 — анод, 4 — электромагнитная линза, 5 — отклоняющая катушка, 6 — свариваемое изделие

- сварку с присадкой для легирования металла шва;
- сварку на дисперсной подкладке для улучшения выхода паров и газов из металла;
- сварку в узкую разделку;
- сварку двумя электронными пушками, при этом одна пушка производит проплавление металла, а вторая формирует корень канала;
- предварительные проходы для очистки и обезгаживания кромок свариваемых металлов;
- двустороннюю сварку одновременно или последовательно ;
- развертку электронного луча: продольную, поперечную, X-образную, круговую, по эллипсу, дуге и т. п.;

- расщепление луча для одновременной сварки двух и более стыков;
- модуляцию тока луча частотой 1—100 Гц. для управления теплоподачей в сварной шов.

Преимущества

Электронно-лучевая сварка имеет следующие преимущества:

- Высокая концентрация теплоты позволяет за один проход сваривать металлы толщиной от 0,1 до 200 мм;
- Для сварки требуется в 10-15 раз меньше энергии чем для дуговой сварки;
- Отсутствует насыщение расплавленного металла газами.

Недостатки

- Образование непроваров и полостей в корне шва;
- Необходимость создания вакуума в рабочей камере.

Оборудование

Электронно-лучевые установки подразделяются на универсальные и специализированные, высоковакуумные (давление менее $<10^{-1}$ Па), промежуточного вакуума (давление $10—10^{-1}$ Па), сварка в защитном газе ($10^3—10^5$ Па), на камерные (изделие внутри рабочей камеры) и с локальным вакуумированием (герметизация изделия в зоне сварки).

В состав установок для электронно-лучевой сварки входит электронная пушка, блоки питания. Электронно-лучевая пушка формирует пучок электронов с высокой плотностью энергии.

ХОД РАБОТЫ

- 1 Перечислите оборудование электронно лучевой сварки.
- 2 Определить с какой целью используются вакуумные камеры.
- 3 Определить зависимость размеров камер от размеров свариваемых деталей
- 4 Определить чем обусловлено образование зоны проплавления при электронно-лучевой сварке
- 5 Как определяется с какой целью в камере откачивается воздух.

6 Сделать вывод.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

- 1 Изучить производство электронно-лучевой сварки электронным лучом в вакуумных камерах.
- 2 Изучить как подразделяются электронно-лучевые установки
- 3 Изучить применение технологических приемов для улучшения качества шва.
- 4 Изучить преимущества электронно-лучевой сварки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

- 1.Какие недостатки имеются при электронно –лучевой сварке
- 2.Какое оборудование используется для электрононо- лучевой сварки
- 3.Какое оборудование входит в состав установок для электронно-лучевой сварки

Информационное обеспечение методических рекомендаций. Перечень рекомендуемых учебных изданий

1. Овчинников, В. В. Производство сварных конструкций. Сварные соединения с полимерными прослойками и покрытиями : учебное пособие / В.В. Овчинников, В.И. Рязанцев, М.А. Гуреева. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 216 с. — (Среднее профессиональное образование). — DOI 10.12737/21176. - ISBN 978-5-8199-0732-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1778232>
2. Овчинников, В. В. Технология изготовления сварных конструкций : учебник / В.В. Овчинников. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2024. — 208 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0883-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2103196>
3. Сидоров, В. П. Теория и технология сварочных процессов. Сборник задач : практическое пособие / В. П. Сидоров. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 216 с. — ISBN 978-5-9729-1550-7. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROОбразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/133381>
4. Черепяхин, А. А. Технология конструкционных материалов. Сварочное производство : учебник для вузов / А. А. Черепяхин, В. М. Виноградов, Н. Ф. Шпунькин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 269 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07041-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537655>
5. Черепяхин, А. А. Технология сварочных работ : учебник для среднего профессионального образования / А. А. Черепяхин, В. М. Виноградов, Н. Ф. Шпунькин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 269 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08456-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539490>
6. Черепяхин, А. А. Подготовительные сварочные работы : учебник / А. А. Черепяхин, Р. А. Латыпов, Л. П. Андреева [и др.] ; под ред. А. А. Черепяхина, Р. А. Латыпова. — Москва : КноРус, 2023. — 180 с. — ISBN 978-5-406-11574-9. — URL: <https://book.ru/book/949273>
7. Сварка и резка металлов: учебное пособие для СПО /под общей редакцией Ю.В. Казакова-М: ИЦ «Академия», 2023. - 400 с.
8. Овчинников В.В. Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений: учебник для СПО /В.В. Овчинников - М., ИЦ «Академия», 2019. - 224 с.
9. Овчинников В.В. Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений. Практикум: учебное пособие/В.В. Овчинников-М., ИЦ «Академия», 2019. - 112 с.
10. Овчинников В.В. Дефекты сварных соединений. Практикум: учебное пособие для СПО /В.В. Овчинников. - М., ИЦ «Академия», 2019. – 64 с.
11. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. - М., ИЦ «Академия», 2019. - 200 с.
12. Овчинников В.В. Контроль качества сварочных соединений. Практикум. - М., ИЦ «Академия», 2022. - 240 с.

