

Министерство образования и молодежной политики  
Свердловской области  
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение  
Свердловской области  
**«ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ МОНТАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ»**



**А.В.Матвеев**

# **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

**Дисциплины:**

**«Основы сварочных процессов»**

**«Сварка и резка материалов»**

Екатеринбург, 2021

Матвеев А.В. Задания и рекомендации по выполнению практических занятий по дисциплинам: «Основы сварочных процессов» и «Сварка и резка материалов» для студентов, которые изучают одну из дисциплин.

Цель данных практических работ – познакомить обучаемых со средой сварочного производства и сформировать необходимые знания и умения.

Рассмотрено и одобрено

На заседании МО «Автоматики и Электромеханики»

Протокол «31» от «августа» 2021 г.

Руководитель МО  Викулова Н.Г.

## Содержание

Пояснительная записка.....	3
1.Расшифровка обозначений металлических электродов по ГОСТу9466-75.....	4
2.Определение геометрических размеров швов разных типов сварных соединений.....	7
3. Определение вида соединения и швов, размеры подготовленных кромок и швов по чертежам .....	9
4.Изучение источников питания дуги постоянным током .....	13
Список используемых источников: .....	17

## Пояснительная записка

Данные методические указания сделаны по выполнению сложных тем дисциплины «Основы сварки и резки материалов».

Целью практических работ является развитие у студентов умений работать со сварочным оборудованием, использовать сварочные материалы для получения качественных металлоконструкций в соответствии с техническими требованиями.

Выполнение практических работ направлено на формирование у студентов элементов общих и профессиональных компетенций:

Для успешного выполнения практических работ студенты должны обладать

### **знаниями:**

- Сущность и режимы основных видов сварки и резки
- Сварочные материалы и оборудование, технология выполнения сварочных работ
- Основные виды сварных соединений швов, условное изображение и обозначение сварных швов на чертежах
- Дефекты и методы контроля качества сварных соединений
- Знать классификацию и маркировку ИП.

Требования к охране труда при производстве сварочных работ

В результате выполнения практических работ студентов формируются **умения:**

- Выбрать эффективные способы сварки и резки
- Подобрать сварочные материалы и оборудование
- Выбрать режим сварки и резки
- Производить сварочные работы, пользоваться нормативно-технической документацией
  - Подбирать источники питания в зависимости от требования.

При выполнении заданий практических работ необходимо сначала ознакомиться с теоретическими материалами, внимательно прочитать текст задания, изучить ход его выполнения, выполнить задание в тетради для практических работ.

### **Критерии оценки практических работ:**

Оценка «5»—все задания в работе выполнены в полном объеме и без замечаний.

Оценка «4» – 80% заданий выполнены правильно, допустимы 2-3 несущественные ошибки, исправленные самостоятельно по требованию преподавателя.

Оценка «3»—не менее чем 40% заданий выполнены правильно, допущены существенные ошибки, студент исправляет их с помощью преподавателя.

Оценка «2» – работа не выполнена или выполнено менее 40% заданий, допущены существенные ошибки, которые студент не может исправить даже по требованию преподавателя.

# 1.Расшифровка обозначений металлических электродов по ГОСТу 9466-75

Количество часов -2 ч.

## Цель работы–

формировать умение расшифровывать марки сварочных электродов в соответствии с требованиями ГОСТа 9466-75.

## Теоретические материалы

Сварочная технология подразумевает применение специальных электродов, которые выступают как один из основных элементов электродуговой сварки. Сварочный электрод – это электропроводный стержень с нанесенной на него специальной обмазкой (покрытием) либо без покрытия, входящий в цепь для подвода тока к свариваемому изделию. Применяемые электроды в промышленности бывают плавящимися и неплавящимися.

### *Плавящиеся электроды*

В зависимости от назначения плавящиеся электроды могут быть изготовлены из стали, алюминия, титана, меди или др. металлов и сплавов. Они служат присадочным металлом и представляют собой металлический стержень, на поверхность которого нанесено специальное покрытие.

### *Классификация покрытых металлических электродов*

Преобладающим способом изготовления сварных конструкций является дуговая сварка покрытыми металлическими электродами. Электроды для дуговой сварки сталей и наплавки изготавливают в соответствии с ГОСТом 9466-

75, который содержит классификацию, размеры и общие технические требования.

Назначение электродов:

У–

для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву  $\sigma_{\text{в}}$  до 60 кгс/мм<sup>2</sup>.

Л– для сварки легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением

разрыву выше 60

кгс/мм<sup>2</sup>. Т – для сварки легированных теплоустойчивых сталей.

В – для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами.

Н– для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами.

Толщина покрытия:

По толщине покрытия в зависимости от отношения диаметра электрода  $D$  к диаметру стального стержня  $d$  различают электроды:

М – с тонким покрытием ( $D/d \leq 1,2$ );

С – со средним покрытием ( $1,2 < D/d \leq 1,45$ ); Д – с толстым покрытием ( $1,45 < D/d \leq 1,8$ ); Г – с особо толстым покрытием ( $D/d > 1,8$ ). Вид покрытия:

По виду покрытия различают электроды с покрытием:

А – кислотным;

В – основным;

Ц – целлюлозным;

Р – рутиловым;

- смешанного вида (указывается двойное обозначение); П – прочими видами покрытий.

Если в покрытии содержание железного порошка составляет более 20%, то к обозначению электрода добавляют букву Ж.

*Допустимое пространственное положение*

Подопустимым пространственным положениям сварки или наплавки электроды подразделяются:

- для всех положений – 1;
- для всех положений, кроме вертикального сверху вниз – 2;
- для нижнего, горизонтального на вертикальной плоскости и вертикального снизу вверх – 3;
- для нижнего и нижнего в лодочку – 4.

Породу полярности, применяем его при сварке или на плавке тока, а также по номинальному напряжению холостого хода источника сварочной дуги переменного тока электроды обозначают номером 0 до 9 (рис.1).

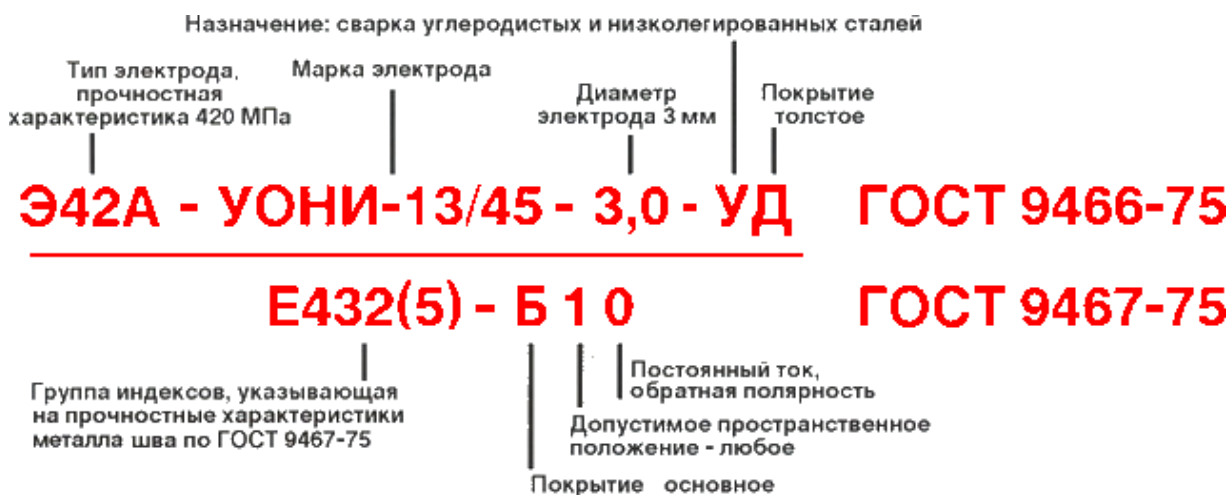


Рис.1-Пример обозначения электродов

*Ход работы:*

1. Прочитайте теоретические материалы.
2. Расшифруйте предложенные на карточках марки электродов. Пример расшифровки представлен на рис. 1.
3. Ответить письменно на контрольные вопросы:
  - В чем состоят основные особенности различных типов электродных покрытий?
  - Что означают буквы Э и А в типе электрода?
  - Какие есть виды покрытий электродов?
  - Перечислить разновидности электродов по толщине.

## 2.Определение геометрических размеров швов разных типов сварных соединений

Количество часов– 2ч.

**Цель работы** – формировать умения определять геометрические размеры швов различных типов сварных соединений.

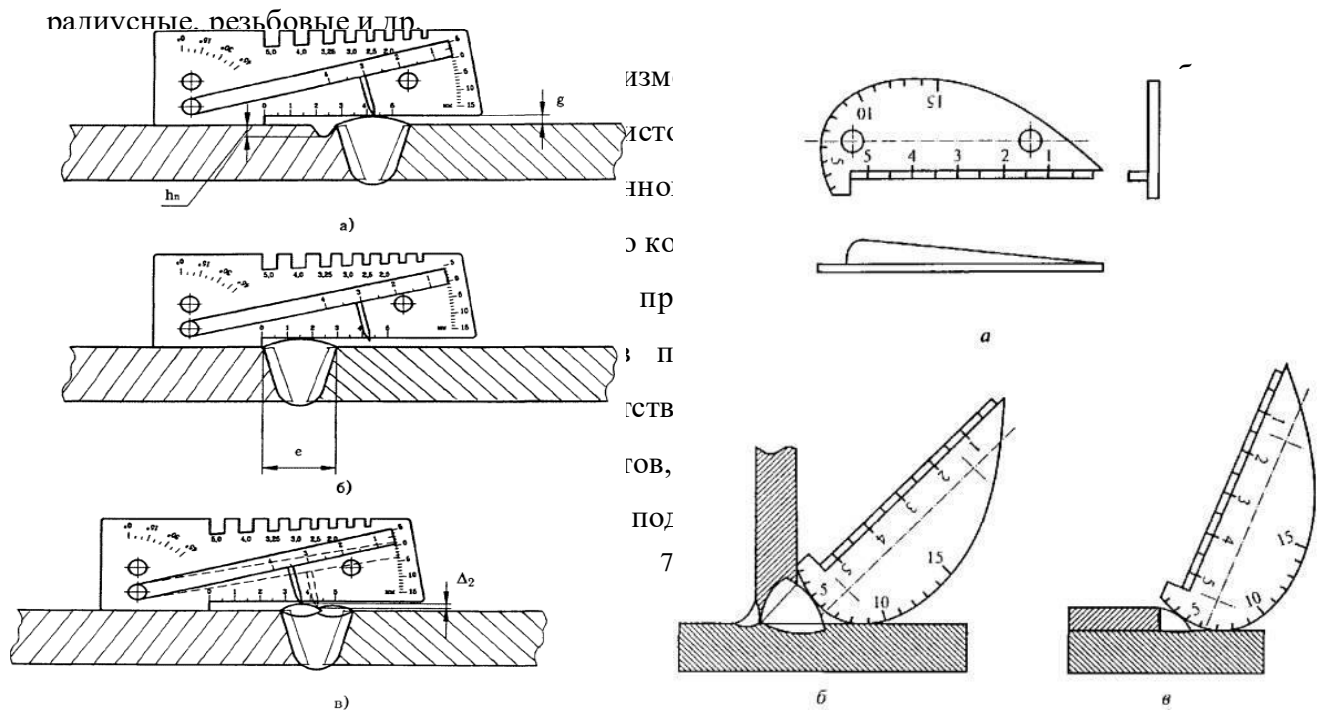
### Теоретические материалы:

Измерительный контроль полуфабрикатов, деталей и сборочных единиц выполняется для проверки соответствия их геометрических размеров требованиям стандартов, технических условий или конструкторской документации, а также допустимости размеров выявленных при визуальном контроле поверхностных несплошностей.

Визуальный контроль, как правило, выполняется не вооруженным глазом или с помощью лупы. Увеличение луп должно быть  $\sqrt[4]{7}$ -кратное при контроле основного материала и сварных соединений при изготовлении, монтаже и ремонте и до 20-кратного при техническом диагностировании.

Для измерения формы и размеров изделий и сварных соединений, угловых и линейных величин полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц, сварных соединений, изделий, а также поверхностных дефектов следует применять исправные, прошедшие метрологическую проверку, инструменты и приборы:

- Лупы измерительные по ГОСТ25706;
- Линейки измерительные металлические по ГОСТ427;
- Угольники поверочные 90° лекальные по ГОСТ3749;
- Штангенциркули по ГОСТ166 и штангенрейсмасы по ГОСТ164;
- щупы №2-4;
- шаблоны, в том числе универсальные (например, типа УШС по ТУ 102.338-83)





помощью шаблона универсального типа УШС приведены на рисунке2.

Рис.2-Способы измерения сварных швов с помощью шаблонов

**Ход работы:**

1. Ознакомиться с теоретическими материалами.

2. Провести измерения геометрических размеров сварных швов предложенных образцов аналогично рис.2.

После проведения измерений геометрических параметров сварного соединения полученные результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1 – Сводная таблица параметров шва

Вариант №: _____	Тип сварного соединения: _____	
Контролируемый параметр	Условное обозначение	Размеры, мм
Ширина шва	$e, e_1$	
Высота шва	$G$	
Выпуклость обратной стороны шва	$g_1$	
Вогнутость обратной стороны шва	$g_2$	
Катет углового шва	$K, K_1$	
Чешуйчатость шва	$\beta_1$	
Глубина западаний между валиками	$\beta_2$	
Размеры (диаметр, длина, ширина)	$d, l, b$	

3. Оформить отчет проведенных измерений геометрических параметров сварного соединения. Отчет должен содержать:

- Цель работы,
- Приборы и принадлежности,
- Схему соединения.

По результатам выполнения работы необходимо письменно сформулировать выводы.

4. Ответить письменно на контрольные вопросы:

- Какие дефекты сварного шва подлежат измерениям ВИК?
- Что такое УШС и для каких измерений они используются?
- Какие инструменты входят в комплект ВИК?
- Какие геометрические размеры сварного шва подлежат измерениям?

### 3. Определение вида соединения и швов, размеры подготовленных кромок и швов по чертежам

**Цель работы** - формировать умение читать изображения сварных соединений и швов на чертежах.

#### Теоретические материалы

Согласно Единой системе конструкторской документации, изображения и обозначения швов сварных соединений в конструкторских документах изделий должны соответствовать ГОСТ 2.312-72 «Условные изображения и обозначения швов сварных соединений». Обозначение сварки выполняется наклонной линией с односторонней стрелкой, а характеристика шва, способ сварки и прочее указывается над или под горизонтальной полкой, которая смыкается с наклонной линией. Односторонняя стрелка указывает место шва.

*Условное изображение видимого шва:* независимо от способа сварки видимый шов сварного соединения условно изображают сплошной основной линией.

*Невидимого шва:* независимо от способа сварки невидимый шов сварного соединения условно изображают штриховой линией.

*Одиночной сварной точки:* видимую одиночную сварную точку условно изображают знаком "+", который выполняют сплошными линиями. Невидимые одиночные точки не изображают.

*Сечения многопроходного шва:* при изображении сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов, при этом их обозначают прописными буквами русского алфавита.

*Нестандартного шва:* для нестандартного шва указывают размеры конструктивных элементов, необходимых для его выполнения. Границы шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва – сплошными тонкими линиями.

Для обозначения сварных швов используют также вспомогательные знаки. В условном обозначении шва вспомогательные знаки выполняют сплошными тонкими линиями. Вспомогательные знаки должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.

#### *Примечание:*

За лицевую сторону одностороннего шва сварного соединения принимают сторону, с которой производят сварку.

За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с не симметрично

подготовленными кромками принимают сторону, с которой производят сварку основного шва.

За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения симметрично подготовленными кромками может быть принята любая сторона.

#### *Структура условного обозначения шва*

ГОСТ 2.312-72 «Условные изображения и обозначения швов сварных соединений» устанавливает ряд требований и обозначений стандартных и нестандартных швов и одиночных сварных точек. Если для шва сварного соединения установлен контрольный комплекс или категория контроля шва, то их обозначение допускается помещать по одной из выносок. При наличии на чертеже одинаковых швов обозначение наносится у одного из изображений, от изображений остальных одинаковых швов проводят линии-выноски полками. Все одинаковым швам присваивают одинаковый номер. Швы считаются одинаковыми, если: одинаковых их типы и размеры конструктивных элементов в поперечном сечении; к ним предъявляются одни и те же требования.

Количество одинаковых швов допускается указывать на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва.

Расположение вспомогательных знаков в обозначении сварного шва показано на рис. 3.

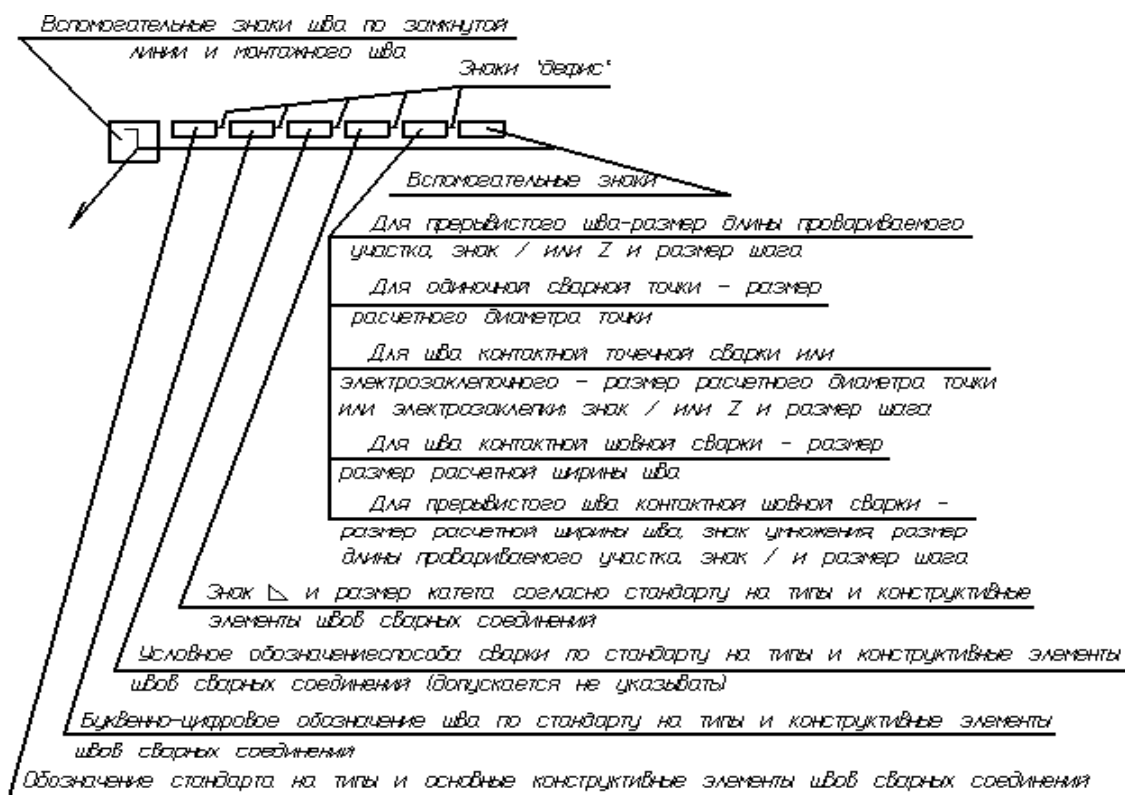


Рис.3 - Расположение вспомогательных знаков в обозначении сварного шва

Вспомогательные знаки при обозначении сварных швов показаны в таблице 2.

Таблица 2-Вспомогательные знаки при обозначении сварных швов

Знак	Значение знака	Расположение знака	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Выпуклость шва снять		
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов по незамкнутой линии (знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа)		
	Шов по замкнутой линии (диаметр знака – 3...5 мм)		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением (угол наклона линии $\approx 60^\circ$ )		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		

*Стандарты, регламентирующие конструктивные элементы*

Конструктивные элементы сварных соединений и размеры швов для различных видов сварки регламентированы соответствующими стандартами:

ГОСТ 8713-79 «Сварка под флюсом. Соединения сварные»; ГОСТ 5264-

80 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные»;

ГОСТ 14771-

76 «Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные»; ГОСТ 15164-

78 «Электрошлаковая сварка. Соединения сварные»;

ГОСТ 14806-

80 «Швы сварных соединений. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов»;

ГОСТ 16098-80 «Соединения сварные из двухслойной коррозионно-стойкой стали»;

ГОСТ 16038-80 «Швы сварных соединений трубопроводов из меди и медно-никелевого сплава»;

ГОСТ 11533-

75 «Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами»;

ГОСТ 27580-88 «Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов.

Соединения сварные под острыми и тупыми углами».

Этими стандартами в зависимости от толщины металла устанавливаются

формы поперечного сечения сварного шва и конструктивные элементы подготовленных кромок и выполненных швов, которым присваивают буквенно-цифровые обозначения.

Буквенная часть указывает на вид сварного соединения:

С –

стыковое; У –

угловое; Т –

тавровое;

Н – нахлесточное.

Цифры отражают порядковый номер типа шва в конкретном стандарте. Также используют условные обозначения основных способов сварки:

Р – ручная дуговая сварка;

ЭЛ – электронно-лучевая сварка;

Ф – дуговая сварка под слоем флюса;

ПЛ – плазменная и микроплазменная сварка;

УП – сварка в активном газе плавящимся электродом; И – сварка в инертных газах;

ИП – сварка в инертном газе плавящимся электродом; ИН – сварка в инертном газе неплавящимся электродом; Г – газовая сварка;

Ш – электрошлаковая сварка.

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическими материалами.
2. Например, с сборочного чертежа определить количество, вид и обозначение сварных швов.
3. Ответить письменно на контрольные вопросы:
  - Какими буквами обозначают сварные соединения?
  - Указать знаки для обозначения шва по замкнутой и незамкнутой линии.
  - Какой стрелкой обозначается сварной шов на чертеже?
  - Как на чертеже производится нумерация сварных швов?

## 4. Изучение источников питания дуги постоянным током

Количество часов - 2ч.

**Цель работы** – совершенствовать умения применять теоретические знания для решения практических задач.

Теоретические материалы

Электродуговая сварка плавлением

классифицируется по следующим основным признакам:

1. По роду тока сварки - на переменном и постоянном токе.
2. По виду полярности при сварке на постоянном токе - сварка на прямой полярности ("плюс" на свариваемой детали) и на обратной полярности ("плюс" на электроде).
3. По типу используемых электродов - плавящимися металлическими и неплавящимися (вольфрамовыми или угольными) электродами.
4. По способу защиты зоны сварки - штучными плавящимися электродами с покрытием (защита парами минеральных покрытий электродов), под флюсом, в среде защитных газов (инертных или активных), самозащитными порошковыми проволоками.
5. По степени механизации - ручная, механизированная (полуавтоматическая), автоматическая.

В технической литературе часто встречаются общепризнанные аббревиатуры, обозначающие различные способы сварки. Приведём некоторые из них:

- ✓ **MMA** (*Manual Metal Arc*) - ручная дуговая сварка штучными металлическими плавящимися электродами с покрытием;
- ✓ **MIG/MAG** (*Mechanical Inert / Active Gas*) - механизированная (полуавтоматическая) сварка в среде защитных газов (инертных или активных);
- ✓ **TIG** (*Tungsten Inert Gas*) - сварка неплавящимся (вольфрамовым) электродом в среде инертных защитных газов, например, так называемая аргоно-дуговая сварка.

Источники питания сварочной дуги должны:

- ✓ обеспечивать легкое зажигание и стабильное горение сварочной дуги в период сварки;
- ✓ обеспечивать необходимые для выполняемого технологического процесса сварки силу сварочного тока и напряжения на дуге;
- ✓ иметь необходимый вид внешней вольт-амперной характеристики;
- ✓ иметь динамические свойства -

способность восстанавливать напряжение на дуге после момента короткого замыкания (в этот момент напряжение равно нулю);

- ✓ иметь устройства для регулирования силы сварочного тока.

Для обеспечения нормального зажигания и стабильного горения сварочной дуги напряжение холостого хода (сварочная цепь разомкнута) должно быть в 2-3 раза больше напряжения на дуге, что способствует ее легкому возбуждению. Обычно напряжение на дуге равно 18-35 В. Одновременно с этим напряжением нажимах источника при нормальных условиях работы электросварщика должно быть для него безопасным, обычно это напряжение равно 50-80 В. Динамические свойства источника питания, т. е. время восстановления напряжения должно быть не более 0,05 с. Наличие регулирующего устройства в трансформаторе не всегда позволяет плавно регулировать силу сварочного тока. Поэтому в ряде случаев последовательно в сварочную цепь включают балластные реостаты. Балластные реостаты дают возможность плавно регулировать силу сварочного тока и улучшают вольт-амперную характеристику источника питания для ручной дуговой сварки.

Важными параметрами процесса сварки являются вольт-амперная характеристика сварочной дуги (ВАХ) и внешняя характеристика источника питания. От их согласования во многом зависят устойчивость горения дуги и стабильность протекания процесса сварки.

На рис.4 показаны вольт-амперные характеристики дуги, представляющие собой зависимость между напряжением  $U_d$  и током  $I_d$  при различной длине дуги  $l$  ( $l_2 > l_1$ ).

При малых токах (примерно до 100 А) с его увеличением интенсивно возрастают степень ионизации и число заряженных частиц. Сопротивление столба дуги уменьшается, и для поддержания тока необходимо меньше напряжение.

При возрастании тока увеличение степени ионизации происходит медленнее, рост количества носителей заряда уменьшается, и напряжение дуги становится мало зависящим от тока.

При больших плотностях тока степень ионизации высокая, дуга расширяется, так как ограничена диаметром электрода, и ее сопротивление становится постоянным. На этом участке она подчиняется закону Ома - ток и напряжение прямо пропорциональны.

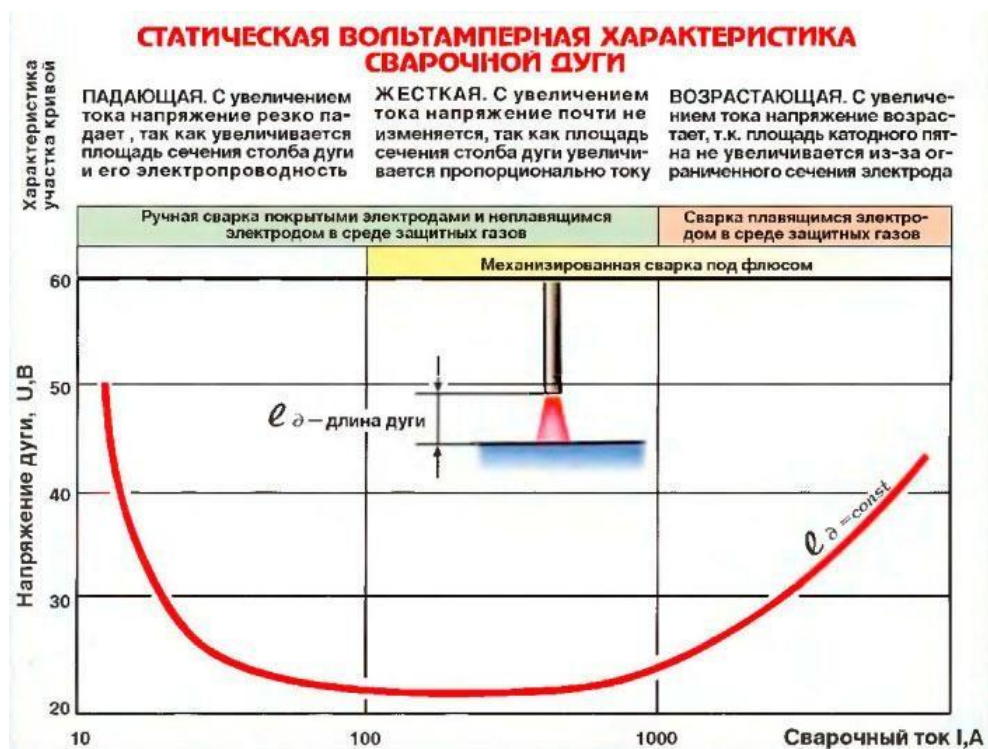


Рис.4-Вольт-амперные характеристики дуги

Для каждого способа сварки наиболее характерен свой участок характеристики дуги. Например, при ручной сварке покрытыми электродами и неплавящимся электродом в среде аргона сила тока относительно невелика, а диаметр электрода значителен. Эти условия соответствуют падающему участку характеристики дуги. При сварке под флюсом сила тока больше, чем при ручной сварке, поэтому характеристика переходит на полугоризонтальный и частично на возрастающий участок. Сварка в углекислом газе характеризуется применением проволок малого диаметра, что пропорционально квадрату диаметра увеличивает плотность тока. Характеристика дуги становится возрастающей.

Одна из основных особенностей ручной сварки - частое изменение длины дуги. Оно связано с манипуляцией сварщиком электродом, его плавлением и необходимостью подачи электрода вниз, а также с выполнением швов в неудобных и труднодоступных местах. Особенно частые колебания длины дуги возникают при недостаточной квалификации сварщика. Для обеспечения стабильности процесса сварки, требуемой



глубины проплавления их хорошего качества шванеобходимо, чтобы сила тока при колебаниях длины дуги изменялась минимально.

Если при ручной дуговой сварке использовать источник питания с пологопадающей характеристикой, то при удлинении дуги возможно ее обрыв из-за малотока, а при укорочении дуги возможен прожог из-за чрезмерно большой силы тока. Поэтому при ручной сварке применяются источники питания с крутопадающей характеристикой, обеспечивающей максимальную устойчивость процесса сварки.

### Ход работы:

1. Прочитать теоретические материалы, изучить классификацию методов сварки.
2. Изучить вольт-амперные характеристики сварочной дуги для разных видов сварки.  
Изобразить в тетради вольт-амперную траекторию характеристики для трех видов сварки:
  - 2.1. Ручная дуговая сварка покрытым электродом
  - 2.2. Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа
  - 2.3. Ручная сварка неплавящимся электродом в среде аргона
 Данные взять в таблице 4:

Таблица 3 – Технические характеристики от метода сварки

Наименование метода сварки	Характеристики
1. Ручная дуговая сварка покрытым электродом	$U_{xx}=80В, U_{кз}=30В, U_d=35В;$ $J_{xx}=200А, J_{кз}=280А, J_{св}=360А$
2. Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа.	$U_{xx}=34В, U_{кз}=30В, U_d=32В;$ $J_{xx}=120А, J_{кз}=280А, J_{св}=160А$
3. Ручная сварка неплавящимся электродом в среде аргона	$U_{xx}=24В, U_{кз}=42В, U_d=32В$ $J_{xx}=140А, J_{кз}=290А, J_{св}=170А$

#### Рекомендации:

Для изображения вольт-амперной траектории нужно отметить на графике  $U$  три точки  $U_{xx}$ ,  $U_{кз}$ ,  $U_d$ , по линии  $X$  - три точки  $J_{xx}$ ,  $J_{кз}$ ,  $J_{св}$  и провести линию между этими точками. Затем определить вид сварочной характеристики для каждого вида сварки.

3. Изучить требования, предъявляемые к источникам питания для сварочной дуги, составить алгоритм регулировки сварочного аппарата.

4. Дать краткие письменные ответы на контрольные вопросы:

- Что такое вольт-амперная характеристика дуги?
- Какая характеристика соответствует ручной дуговой и механизированной сварке?

## **Списокиспользуемых источников:**

### *Основныеисточники:*

1. Виноградов, В.С. Электрическая дуговая сварка [Текст]: учебное пособие / В.С. Виноградов. – Москва: Академия, 2015. – 315 с.
2. Овчинников, В.В. Электросварщик ручной сварки (дуговая сварка в защитных газах) [Текст]: учебное пособие / В.В. Овчинников – Москва: Академия, 2016. – 402 с.
3. Овчинников, В.В. Электросварщик ручной сварки (сварка покрытыми электродами) [Текст]: учебник / В.В. Овчинников – Москва: Академия, 2015. – 376 с.

### *Дополнительныеисточники:*

1. Жегалина, Т.Н. Сварщик. Технология выполнения ручной сварки: практические основы профессиональной деятельности [Текст]: учебное пособие / Т.Н. Жегалина – М.: Академкнига, 2016. – 203 с.

### *Интернет-ресурсы:*

1. Сварка и резка металлов [Электронный ресурс]: сайт – Режим доступа: <http://osvarke.info>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Электронный справочник для сварщика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arsil.ru/weldinfo/welding-metals.html>, свободный. – Загл. с экрана.