

Департамент образования и науки Кемеровской области  
Государственное профессиональное образовательное учреждение  
«Анжеро-Судженский политехнический колледж»



**В.И. Веремеенко**

# **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

**МДК 02.01 ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ  
СВАРКИ (НАПЛАВКИ, РЕЗКИ) ПОКРЫТЫМ ЭЛЕКТРОДОМ**

**Профессия 15.01.05 Сварщик (ручной и частично  
механизированной сварки (наплавки))**

Анжеро-Судженск 2019

РАССМОТРЕНО  
на заседании МК профессий  
15.01.05 , 23.01.17, 23.01.03, 19.01.17 / 43.01.09

РЕКОМЕНДОВАНО  
к использованию в образовательном  
процессе

Протокол № 6  
от « 14 » 02 \_\_\_\_\_ 2019 г.  
Председатель МК  
Арышева Н.С. Арышева

« 11 » апреля \_\_\_\_\_ 2019 г.  
Заместитель директора по УР  
Михеева Н.В. Михеева

Рецензент: Венедиктова М.С., инженер-технолог ОАО «Анжеромаш»

Веремеенко, В.И. Методические указания по выполнению практических работ. МДК 02.01 Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытым электродом [Текст]: для студентов, обучающихся по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)) / В.И. Веремеенко. – Анжеро-Судженск: ГПОУ АСПК, 2019. – 31 с.

Методические указания по выполнению практических работ разработаны в соответствии с рабочей программой МДК 02.01 Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытым электродом, которая является частью рабочей программы ПМ.02 Ручная дуговая сварка (наплавка, резка) покрытым электродом.

Рекомендованы студентам 2 курса, обучающимся по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)).

## Содержание

Пояснительная записка	4
Практическая работа № 1. Изучение требований к источникам питания для ручной дуговой сварки	6
Практическая работа № 2. Снятие технических характеристик сварочного трансформатора переменного тока	8
Практическая работа № 3. Снятие технических характеристик источников питания постоянного тока (выпрямителя)	11
Практическая работа № 4. Снятие вольт-амперной характеристики сварочной дуги	13
Практическая работа № 5. Расшифровка марок электродов по ГОСТу 9466-75	16
Практическая работа № 6. Сварка электродами чугуновых пластин в соответствии с технологией	18
Практическая работа № 7. Определение геометрических размеров швов разных типов сварных соединений	21
Практическая работа № 8. Обозначение сварных швов на чертеже	23
Практическая работа № 9. Проверка разделки кромок, выставление зазора, выполнение прихваток, зачистка прихваток	26
Практическая работа № 10. Выбор сборочно-сварочных кондукторов для плоских, пространственных металлоконструкций и металлоконструкций комбинированной формы	30
Список рекомендуемой литературы	31

## Пояснительная записка

Методические указания по выполнению практических работ являются составной частью учебно-методического комплекса МДК 02.01 Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытым электродом. Предназначены для организации самостоятельной работы студентов 2 курса, обучающихся по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)).

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:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 5. Использовать ин-формационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ПК 2.1. Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей во всех пространственных положениях сварного шва.

ПК 2.2. Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва.

ПК 2.3. Выполнять ручную дуговую наплавку покрытыми электродами различных деталей.

ПК 2.4. Выполнять дуговую резку различных деталей.

Для успешного выполнения практических работ студенты должны обладать **знаниями:**

- основных типов, конструктивных элементов и размеров сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродом и обозначение их на чертежах;

- основных групп и марок материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродом;

- сварочных (наплавочных) материалов для ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродом;

- техники и технологии ручной дуговой сваркой (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва;

- основ дуговой резки;

- причин возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке, резке) плавящимся покрытым электродом.

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

- проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом;

- настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки)

плавящимся покрытым электродом;

- выполнять сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва;

- владеть техникой дуговой резки металла.

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.

## Практическая работа № 1.

### Изучение требований к источникам питания для ручной дуговой сварки

Количество часов - 4 ч.

**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 напряжение 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 18-35В. Одновременно с этим напряжение на зажимах источника при нормальных условиях работы электросварщика должно быть для него безопасным, обычно это напряжение равно 50-80В. 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.1 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 100А) с его увеличением интенсивно возрастают степень ионизации и число заряженных частиц. Сопротивление столба дуги уменьшается, и для поддержания тока необходимо меньшее 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 не расширяется, так как ограничена диаметром электрода, и ее сопротивление становится постоянным. На этом участке она подчиняется закону Ома - ток и напряжение прямопропорциональны.

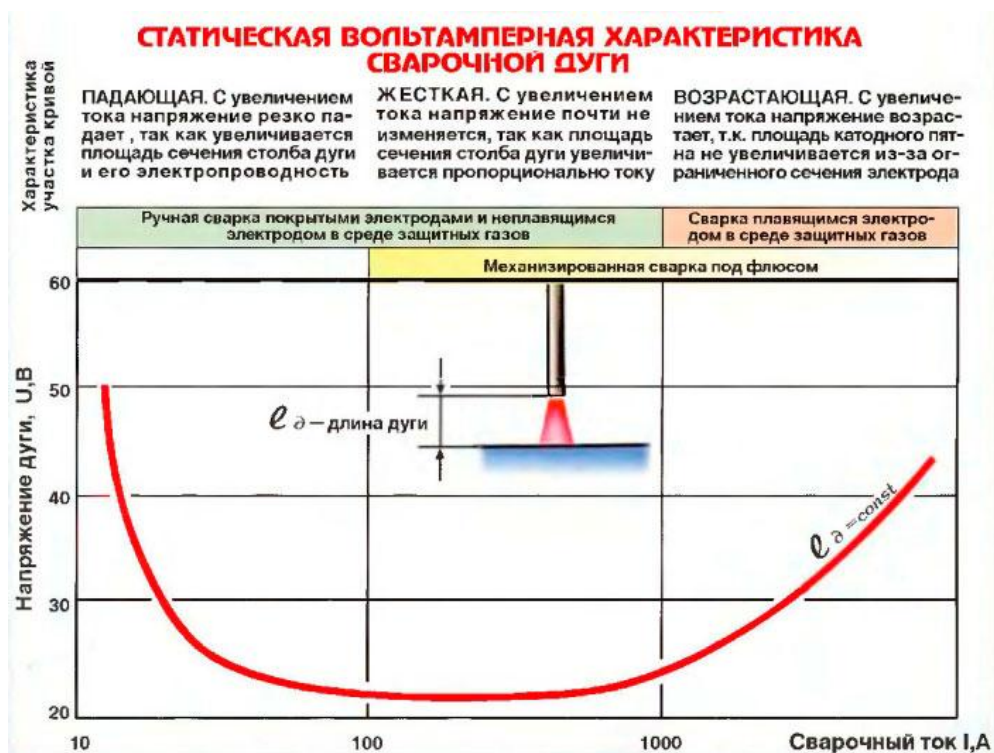


Рис.1 - Вольт-амперные характеристики дуги

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 пологий 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 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 и хорошего качества шва необходимо, чтобы сила тока при колебаниях длины дуги изменялась минимально.

Если при ручной дуговой сварке использовать источник питания с плогопадающей характеристикой, то при удлинении дуги возможен ее обрыв из-за малого тока, а при укорочении дуги возможен прожог из-за чрезмерно большой силы тока. Поэтому при ручной сварке применяются источники питания с крутопадающей характеристикой, обеспечивающей максимальную стабильность 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:

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

#### Рекомендации:

Для изображения вольт-амперной траектории нужно отметить на графике  $Y$  три точки  $U_{xx}, U_{kз}, U_{д}$ , по линии  $X$  - три точки  $J_{xx}, J_{kз}, J_{св}$  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?
  - Какой вид сварки соответствует ММА и TIG?



## Практическая работа № 2.

**Снятие технических характеристик сварочного трансформатора переменного тока**  
Количество часов - 4 ч.

**Цель работы** – совершенствовать умения определять зависимость между изменением вольт-амперных характеристик и изменением зазора; между первичной и вторичной обмотками сварочного трансформатора.

### Теоретические материалы

Для питания сварочной дуги применяют источники постоянного и переменного тока. Источниками питания дуги переменного тока при РДС являются сварочные трансформаторы с увеличенным магнитным рассеиванием и подвижными обмотками типа ТСК, ТДМ, ТД.

Так как трансформаторы предназначены для создания устойчивой электрической дуги, они должны иметь требуемую внешнюю характеристику. Для трансформаторов ручной дуговой сварки необходима падающая внешняя характеристика. Сварочный ток регулируется изменением расстояния между обмотками. При сближении обмоток магнитный поток рассеивания уменьшается, а сварочный ток увеличивается. Минимальный сварочный ток соответствует максимальному расстоянию между обмотками.

Устройство и принципиальной схемы сварочного трансформатора можно рассмотреть на модели ТСК-500, представленной на рис. 2.

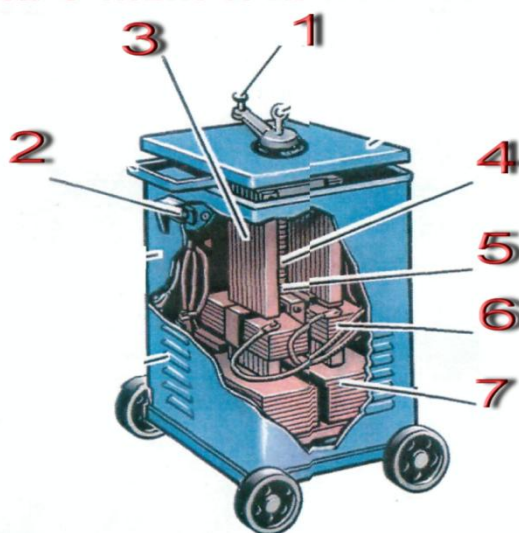


Рис. 2 – Сварочный трансформатор ТСК-500

- 1 – Рукоятка (приводит в движение механизм перемещения вторичной обмотки);
- 2 – Зажим (служит для крепления токоведущих проводов);
- 3 – Замкнутый магнитопровод (сердечник) – (переменный ток, проходя через первичную обмотку трансформатора, намагничивает сердечник, создавая в нем переменный магнитный поток).
- 4 – Вертикальный винт с ленточной резьбой (предназначен для перемещения ходовой гайки вдоль магнитного сердечника).
- 5 – Ходовая гайка (прикреплена к вторичной обмотке трансформатора и перемещает ее по винту вдоль магнитного сердечника).

6 – Вторичная обмотка трансформатора (магнитный поток, пересекая витки вторичной обмотки, индуцирует в ней переменный ток пониженного напряжения, величина которого зависит от числа витков вторичной обмотки).

7 – Первичная обмотка (Переменный ток, проходя через первичную обмотку трансформатора, намагничивает сердечник, создавая в нем переменный магнитный поток).

Подключается трансформатор к сети переменного тока с напряжением 380 В. Первичная обмотка закреплена неподвижно, а вторая передвигается по сердечнику, регулируя величину сварочного тока.

### Ход работы:

1. Прочитать теоретические материалы. Рассмотреть устройство сварочного трансформатора (Рис. 2). Составить последовательность его работы в тетради.

2. По показаниям трансформатора, представленным в таблице, построить внешнюю характеристику источника питания. Записать вывод в рабочую тетрадь.

Характеристики трансформатора ТСК-500	Сила сварочного тока			Напряжение дуги		
	J <sub>xx</sub>	J <sub>раб</sub>	J <sub>кз</sub>	U <sub>xx</sub>	U <sub>раб</sub>	U <sub>кз</sub>
Показания для построения вольт-амперной характеристики	280А	360А	250А	70В	34В	30В

#### Рекомендации:

Чтобы построить внешнюю характеристику необходимо получить три характерные точки, которые соответствуют режимам холостого хода (а), рабочему режиму (б) и режиму короткого замыкания (в).

Для получения точки (а) необходимо при включенном источнике питания и разомкнутой цепи снять показания амперметра и вольтметра.

Для получения точки (б) необходимо в процессе наплавки снять показания амперметра и вольтметра.

Для получения точки (в) необходимо сварочную цепь замкнуть накоротко и определить ток короткого замыкания по амперметру.

Для этого нужно отметить на графике Y три точки U<sub>xx</sub>, U<sub>кз</sub>, U<sub>д</sub>, по линии X - три точки J<sub>xx</sub>, J<sub>кз</sub>, J<sub>св</sub> и провести линию между этими точками.

Затем определить вид сварочной характеристики трансформатора ТСК-500.

3. Дать краткие письменные ответы на контрольные вопросы:

- Что называется сварочным трансформатором?
- Как устроен простейший сварочный трансформатор?
- Как при работе с трансформатором можно изменить силу сварочного тока?
- Что называется вольт-амперной характеристикой сварочной дуги?

### Практическая работа № 3.

#### Снятие технических характеристик источников питания постоянного тока (выпрямителя)

Количество часов - 4 ч.

**Цель работы** – познакомиться с внешней характеристикой сварочного выпрямителя, принципом его работы и регулировки сварочного тока, совершенствовать умения применять теоретические знания на практике.

#### Теоретические материалы

Для питания сварочной дуги применяют источники постоянного и переменного тока. Источниками питания дуги постоянного тока при РДС являются сварочные выпрямители и инверторные источники питания. Вольт-амперная характеристика выпрямителя представлена на рис. 3.

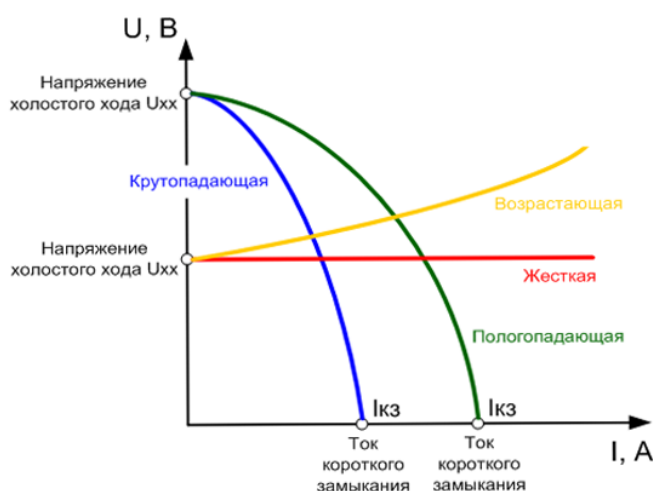


Рис. 3 – Вольт-амперная характеристика выпрямителя

Электродуговая сварка относится к виду сварки плавлением. Источником теплоты при РДС является сварочная дуга, которая горит между электродом и изделием. Устойчивое горение дуги зависит от внешней характеристики источника питания. Внешней характеристикой источника питания называется зависимость напряжения на выходных клеммах от силы сварочного тока, выраженная графически. Внешние характеристики источников питания могут быть: крутопадающими, пологопадающими, жесткими и возрастающими.

Источники питания с жесткой и возрастающей характеристикой применяют для сварки в среде защитных газов, с пологопадающей при автоматической и полуавтоматической сварке, с крутопадающей при ручной дуговой сварке.

Сварочная дуга горит устойчиво в том случае, когда напряжение дуги и источника питания будут одинаковыми.

Напряжение источника питания при сварке постоянным током равно 40-60В.

Сварочные выпрямители с крутопадающей внешней характеристикой применяются для РДС, применение постоянного тока обеспечивает высокую стабильность дуги, дает возможность производить сварку на прямой и обратной полярности, необходимой при сварке высокоуглеродистых и легированных трудносвариваемых сталей.

Сварочные выпрямители состоят из трехфазного трансформатора, блока выпрямителей, вентилятора, пускорегулирующей и защитной аппаратуры (рис. 4).

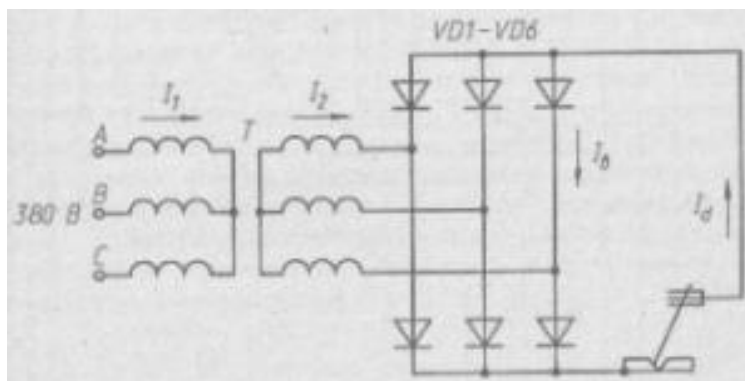


Рис. 4 - Упрощенная электрическая схема трансформатора  
 Т – трансформатор понижающий; VD1 – VD6 – блок выпрямительных вентилей;  
 $I_B$  – ток вентиля;  $I_d$  – выпрямленный ток.

### Ход работы:

1. По теоретическим материалам ознакомиться с внешними вольт-амперными характеристиками и письменно ответить на вопрос: как выражается зависимость сварочного тока от напряжения для различных источников питания?

2. Ознакомиться с устройством и работой сварочного выпрямителя. По показаниям выпрямителя, представленным в таблице, построить внешнюю характеристику источника питания.

Записать вывод.

Характеристики выпрямителя ВДУ-505	Сила сварочного тока			Напряжение дуги		
	$J_{xx}$	$J_{раб}$	$J_{кз}$	$U_{xx}$	$U_{раб}$	$U_{кз}$
Показания для построения вольт-амперной характеристики	240А	280А	360А	34В	32В	30В

#### Рекомендации:

Чтобы построить внешнюю характеристику необходимо получить три характерные точки, которые соответствуют режимам холостого хода (а), рабочему режиму (б) и режиму короткого замыкания (в).

Для получения точки (а) при включенном источнике питания и разомкнутой цепи снимают показания амперметра и вольтметра.

Для получения точки (б) в процессе наплавки снимают показания амперметра и вольтметра.

Для получения точки (в) сварочную цепь замыкают накоротко и определяют ток короткого замыкания по амперметру.

Для этого нужно отметить на графике  $Y$  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 выпрямителя ВДУ-505.

3. Дать краткие письменные ответы на контрольные вопросы:

- Что называют внешней вольт-амперной характеристикой источника питания сварочной дуги?
- Почему при РДС применяют источники питания с крутопадающей характеристикой?
- Как регулируют силу сварочного тока при работе с однопостовым выпрямителем?
- В чем заключаются преимущества выпрямителей перед трансформаторами?
- В каких случаях рекомендуют применять постоянный ток обратной полярности?

## Практическая работа № 4.

### Изучение строения сварочной дуги, ее виды и характеристики

Количество часов - 4 ч.

**Цель работы** – выявить зависимость между длиной дуги, напряжением и силой тока, совершенствовать умения применять теоретические знания на практике.

### Теоретические материалы

Сварочная дуга представляет собой мощный, устойчивый электрический разряд между концом электрода и металла изделия. Она является концентрированным источником тепла и применяется для расплавления основного и присадочного материалов (рис. 5, рис. 6, рис. 7).

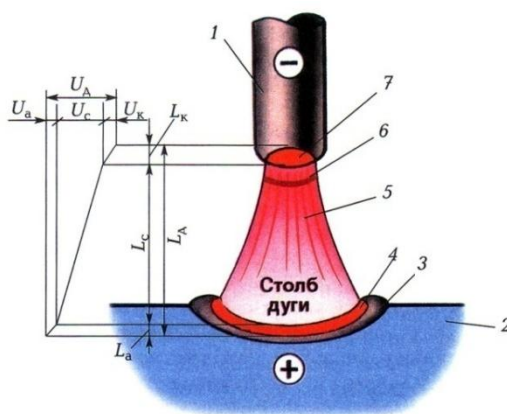


Рис. 5 - Сварочная дуга прямой полярности

1 – электрод; 2 – свариваемый материал; 3 – анодное пятно; 4 – анодная область дуги; 5 – столб дуги; 6 – катодная область дуги; 7 – катодное пятно.

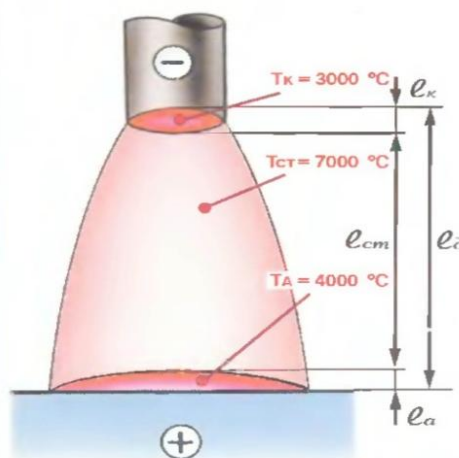


Рис. 6 - Строение и характеристики сварочной дуги

$e_k$  – катодная область;  $e_a$  – анодная область;  $e_{cm}$  – столб дуги;  $e_d$  – длина дуги;

$$e_d = e_a + e_k + e_{cm}$$

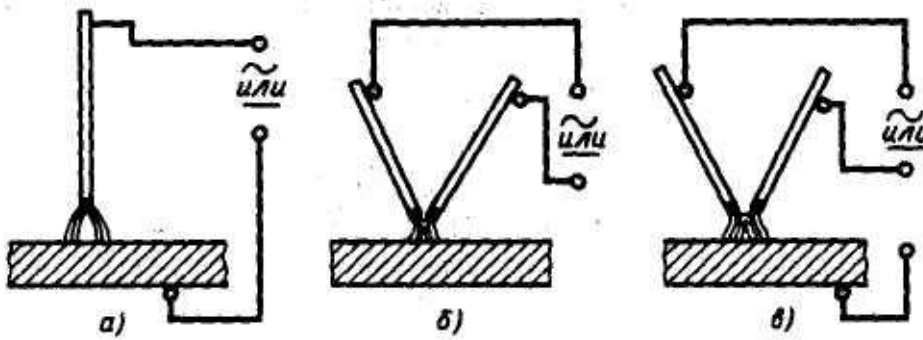


Рис. 7 - Разновидности сварочных дуг

а) - дуга прямого действия; б) - дуга косвенного действия; в) - дуга комбинированного действия (трехфазная)

*Классификация сварочных дуг:*

- ✓ По применяемым электродам – плавящимся и неплавящимся;
- ✓ По полярности постоянного тока;
- ✓ По длине дуги – короткая и длинная.
- ✓ По подключению к источнику питания.

Виды сварочных дуг по полярности тока представлены на рис. 8.



Рис. 8 - Виды сварочных дуг по полярности постоянного тока

Для того, чтобы зажечь сварочную дугу, различают два способа: способ короткого замыкания (а) и способ «спички» (б) (рис. 9).

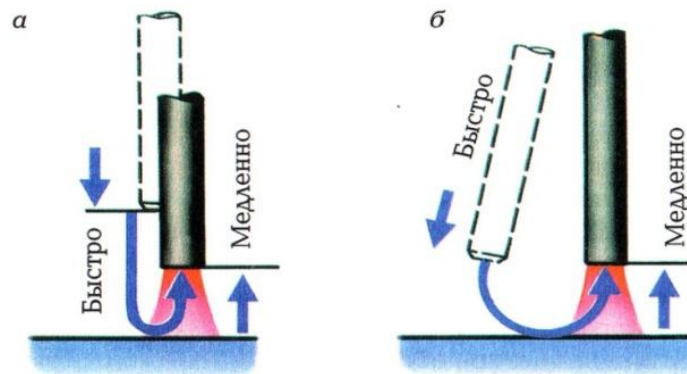


Рис. 9 Способы замыкания сварочной дуги

### **Ход работы:**

1. Изучить строение сварочной дуги по рис 5.
2. Изучить характеристики сварочной дуги по рис. 6. Посчитать тепловую мощность сварочной дуги по формуле, если  $I_{св} = 300\text{А}$ , а  $U_{д} = 26\text{В}$ , результаты занести рабочую тетрадь.
3. Зарисовать с рис.7 разновидности сварочных дуг.
4. Рассмотреть классификацию сварочных дуг при постоянном токе по рис 8, знать отличие дуги прямой полярности от дуги обратной полярности. Знать способы зажигания дуги (рис 9).
5. Ответить письменно на контрольные вопросы:
  - Определение сварочной дуги и длины дуги.
  - В чем заключается разница между дугой постоянного тока прямой и обратной полярности?
  - Как делятся сварочные дуги по подключению к источнику питания?



## Практическая работа № 5. Расшифровка марок электродов по ГОСТу 9466-75

Количество часов - 4 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 изготовляют 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 до 60 кгс/мм<sup>2</sup>.

Л – для сварки легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву свыше 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 – кислым;

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 вида покрытия добавляют букву Ж.

### Допустимое пространственное положение

По допустимым 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.

По роду полярности, применяемого при сварке или наплавке тока, а также по номинальному напряжению холостого хода источника сварочной дуги переменного тока электроды обозначают с номера 0 до 9 (рис. 10).

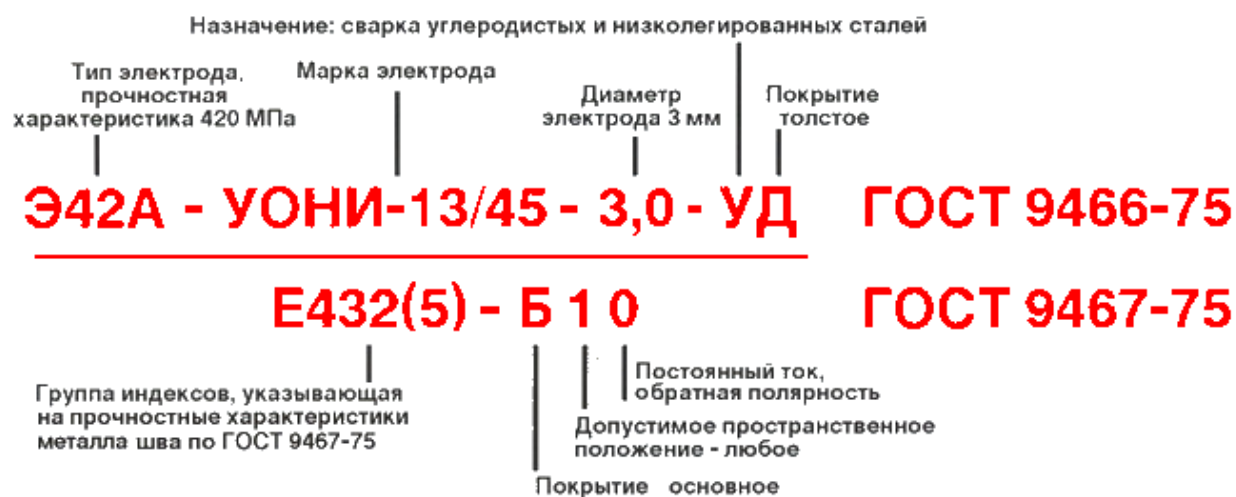


Рис. 10 - Пример обозначения электродов

### Ход работы:

1. Прочитайте теоретические материалы.
2. Расшифруйте предложенные на карточках марки электродов. Пример расшифровки представлен на рис. 10.
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.

## Практическая работа № 6.

### Сварка электродами чугунных пластин в соответствии с технологией (Практическая работа выполняется в сварочной мастерской)

Количество часов - 4 ч.

**Цель работы** - определить влияние различных методов электродуговой сварки чугуна на качество сварного соединения, совершенствовать умения, применять теоретические знания на практике.

#### Теоретические материалы

Чугунами называют железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода свыше 2%. Благодаря хорошим литейным свойствам и сравнительно невысокой стоимости они находят широкое применение в машиностроении. В зависимости от состояния С и скорости охлаждения чугун разделяют на белый и серый. Легирующие примеси по их влиянию на цементит делят на две группы: графитизирующие (Al, Si, С, Си, Ni, Mn, P) и карбидообразующие (Br, W, Cr, S, Mo) элементы.

Твердость является важной характеристикой чугуна; она зависит от структуры, легирующих примесей и размера графитных включений. Наименьшую твердость имеют ферритные чугуны, в которых почти весь С находится в свободном состоянии, перлитный чугун с пластинчатым графитом имеет HB 220–240, чугун с мартенситной металлической основой имеет HB 400–500, а структура цементита HB 750. Наибольшее применение в народном хозяйстве имеют серые чугуны. Сварка серых чугунов производится двумя способами.

Горячая сварка – это способ, при котором осуществляются предварительный и сопутствующий нагревы изделия до 600–700°C с последующим медленным охлаждением. Такой процесс уменьшает скорость охлаждения металла сварочной ванны и околошовной зоны, что обеспечивает полную графитизацию металла шва и отсутствие отбела в околошовной зоне, а также исключает возможность появления сварочных напряжений.

Холодная сварка – это сварка без предварительного нагрева изделия. Этот способ требует меньших затрат, при этом имеется возможность варьировать в больших пределах химическим составом металла шва. Но при наложении валика на холодную поверхность чугуна вследствие быстрого отвода тепла металл наплавленного валика получится твердым и хрупким. В околошовной зоне на первом участке неполного расплавления, ограниченном температурами 1150–1250°C, при большой скорости охлаждения образуется белый чугун, а на втором участке, где при нагреве от наплавки валика образовался аустенит, большая скорость охлаждения и химический состав чугуна приводят к его переохлаждению с образованием твердой и хрупкой структуры мартенсита.

Уменьшение склонности к отбелу первого участка околошовной зоны при сварке чугуна может быть достигнуто введением в металл шва таких графитизаторов, как Си, Ni, т.е. соответствующим изменением химического состава металла шва. Исключить или уменьшить вероятность образования мартенсита на втором участке околошовной зоны можно снижением скорости охлаждения, что достигается увеличением погонной энергии сварки или подогревом изделия.

Существует много методов холодной сварки чугуна.

*Сварка чугуна стальными электродами* – это наиболее доступный метод сварки. При сварке стальными электродами с обычными покрытиями вследствие проплавления чугуна на некоторую глубину в металле шва значительно возрастает содержание С. Быстрое охлаждение металла шва, имеющее место 1; при холодной сварке чугуна, приводит к повышению твердости (закалке) шва и отбеливанию околошовной зоны.

Сварка чугуна стальными электродами с карбидообразующими элементами в покрытии приводит к тому, что углерод, поступающий в шов из основного металла, связывается в труднорастворимые мелкодисперсные карбиды (обычно ванадия), содержащиеся в электродном покрытии, и структура шва получается ферритной с включениями мелкодисперсных карбидов. Так, электроды марки ЦЧ-4, в покрытие которых вводится 70% феррованадия, обеспечивают наплавленный металл с содержанием V 9–0%. При сварке чугуна электродами из малоуглеродистой стали для улучшения качества сварного соединения рекомендуется применять электроды малого диаметра и пониженную силу сварочного тока, что уменьшает тепловое воздействие на чугун. Сварку необходимо вести короткими участками, вразброс (по наиболее холодному месту) с перерывами, чтобы температура детали вблизи места сварки не превышала 50–60°C, валиками малого сечения.

*Сварка комбинированными медно-стальными электродами.*

В производстве широкое применение нашли различные варианты комбинированных медно-стальных электродов, в частности медный стержень с толстым покрытием, содержащим железный порошок (электроды марки ОЗЧ-1) и пучок из медных и стальных электродов. Сварка такими электродами дает более удовлетворительные результаты по сравнению со сваркой электродами из малоуглеродистой стали. Пучок электродов обычно собирают из одного электрода типа Э-42 и двух прутков меди. Отбеливание околошовной зоны при сварке этими электродами уменьшается за счет повышенного содержания меди в сварочной ванне, которая является графитизирующим элементом, но полностью не устраняется.

*Сварка электродами из никелевых сплавов* ведется короткими валиками (30–50 мм) с проковкой их в горячем состоянии с целью устранения напряжений от усадки при остывании металла шва. Наличие в сварочной ванне элементов-графитизаторов (монель-металл содержит Ni 60–70% и Si 25–30%) уменьшает отбеливание околошовной зоны. Сварку следует производить при небольшой силе тока обратной полярности валиками малых сечений.

Сварка чугуна порошковой проволокой – это механизированный способ, позволяющий не только повысить производительность труда, но и облегчить условия труда, особенно при горячей сварке чугуна. В настоящее время применяют три типа порошковых проволок: ППЧ-1 для холодной сварки серого чугуна; ППЧ-2 для сварки серого чугуна с подогревом; ППЧ-3 для горячей сварки серого чугуна. Сварку порошковой проволокой можно выполнять на полуавтоматах проволокой диаметром 3 мм.

*Материалы для сварки:* чугунные пластины 50 x 100 мм. (4 шт); электроды типа Э46 с медными стержнями ( $d = 3 - 4$  мм); электроды ЦЧ-4, ОМЧ-1.

*Оборудование, приспособления, инструменты:* сварочный пост постоянного тока с электроизмерительными приборами; специальная трубка для сборки пробы; приспособление для размещения образцов перед сваркой, металлическая щетка для зачистки.

#### **Ход работы:**

1. Зачистить чугунные пластины 50 x 100 (4шт) и уложите их на сварочную плиту.
2. Прихватить их по торцам, пользуясь специальной трубкой.
3. Подобрать силу сварочного тока  $I_{св} = (35 \div 40)$  dA, где d – диаметр электрода.

4. Наплавить валики  $L = 50 - 60$  мм перпендикулярно к стыку без поперечных колебаний электродами разных марок, при соответствующих режимах, отмечая силу тока, напряжение на дуге и время ее горения в тетради.

5. Зачистить пробы от шлака и брызг, определите качество наплавки по внешнему виду.

6. Ответить письменно на контрольные вопросы:

- Что такое чугун и его разновидности?
- В чем состоят основные трудности сварки чугуна?
- Почему для сварки чугуна часто применяют электроды, содержащие медь и никель?
- В чем основные технологические особенности холодной сварки чугуна, его отличие от холодной сварки?

## Практическая работа № 7.

**Определение геометрических размеров швов разных типов сварных соединений**  
Количество часов – 4 ч.

**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 невооруженным глазом или с помощью лупы. Увеличение луп должно быть 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 ГОСТ 25706;
- линейки измерительные металлические по ГОСТ 427;
- угольники поверочные 90° лекальные по ГОСТ 3749;
- штангенциркули по ГОСТ 166 и штангенрейсмасы по ГОСТ 164;
- щупы № 2 - 4;
- шаблоны, в том числе универсальные (например, типа УШС по ТУ 102.338-83), радиусные, резьбовые и др.

Перед проведением визуального и измерительного контроля поверхность объекта в зоне контроля подлежит зачистке до чистого металла от ржавчины, окалины, грязи, краски, масла, шлака, брызг расплавленного металла, продуктов коррозии и других загрязнений, препятствующих проведению контроля.

Измерительный контроль изделий проводится с целью подтверждения размеров сварных швов, допустимости размеров поверхностных дефектов, выявленных при визуальном контроле, а также соответствия основных размеров изделий (деталей, сборочных единиц) требованиям стандартов, ТУ и паспортов изделий. Схемы измерения отдельных размеров подготовки деталей под сварку и сборки соединений под сварку с помощью шаблона универсального типа УШС приведены на рисунке 11.

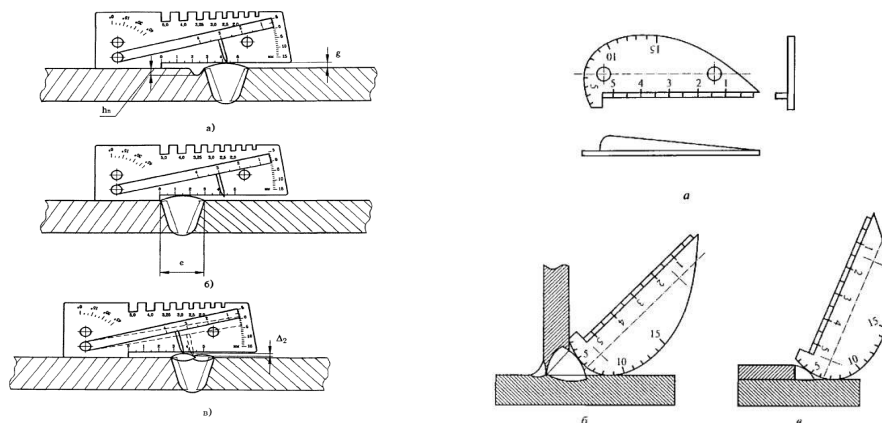


Рис.11 - Способы измерения сварных швов с помощью шаблонов

### Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическими материалами.

2. Провести измерения геометрических размеров сварных швов предложенных образцов аналогично рис.11.

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

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 западений 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 он используется?
- Какие инструменты входят в комплект ВИК?
- Какие геометрические размеры сварного шва подлежат измерениям?



## **Практическая работа № 8.** **Обозначение сварных швов на чертеже**

Количество часов - 4 ч.

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

За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с 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 под линией-выноской. При наличии на чертеже одинаковых швов обозначение наносится у одного из изображений, от изображений остальных одинаковых швов проводят линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают одинаковый номер. Швы считаются одинаковыми, если: одинаковы 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. 12.

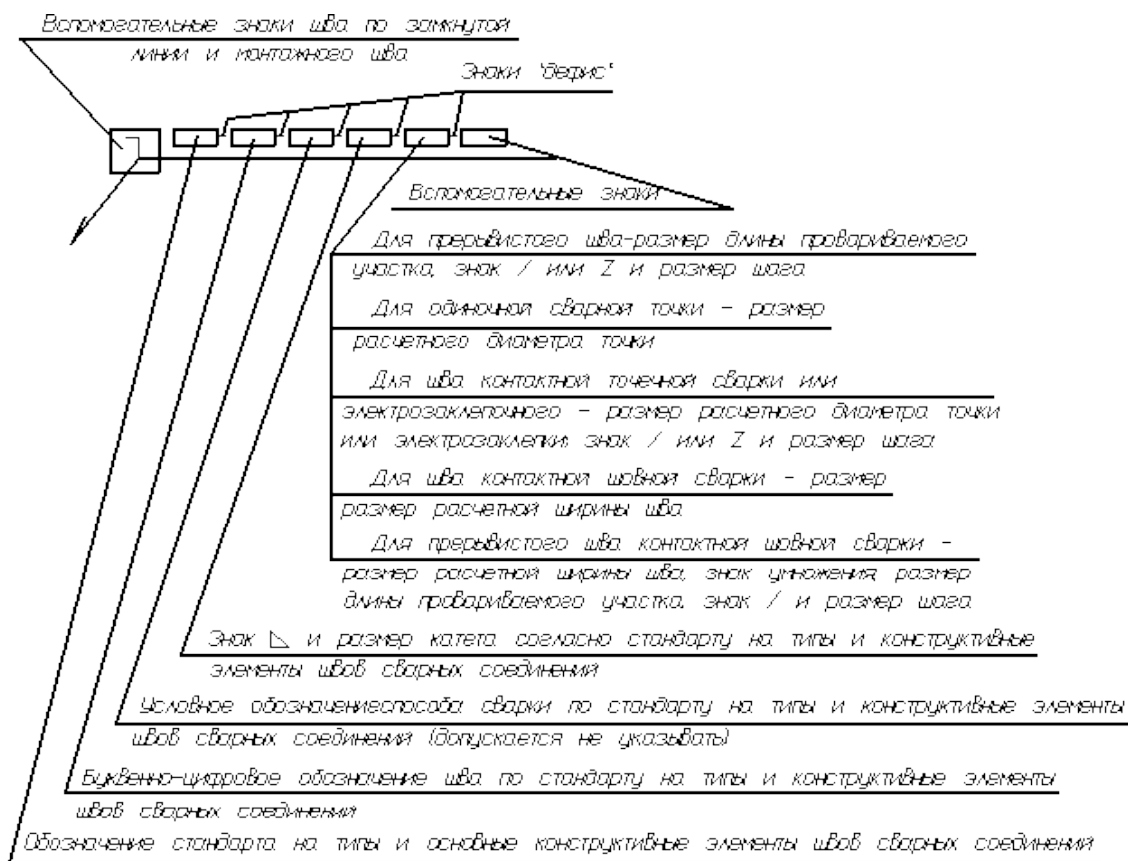


Рис.12 - Расположение вспомогательных знаков в обозначении сварного шва

Вспомогательные знаки при обозначении сварных швов показаны в таблице 1.

Таблица 1 - 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 алюминиевая 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. На примере 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?

## Практическая работа № 9.

**Проверка разделки кромок, выставление зазора для сборки деталей на прихватках**  
Количество часов - 4 ч.

**Цель работы** - формировать умение проверять качество разделки кромок, выставлять зазор в сварном соединении для качественной сборки согласно чертежа и технических условий.

### 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.

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

- линейки измерительные металлические по ГОСТ 427;
- угольники поверочные 90° лекальные по ГОСТ 3749;
- штангенциркули по ГОСТ 166 и штангенрейсмасы по ГОСТ 164;
- щупы № 2 - 4;
- шаблоны, в том числе универсальные (например, типа УШС по ТУ 102.338-83), радиусные, резьбовые и др.;

Перед проведением измерительного контроля поверхность объекта в зоне контроля подлежит зачистке до чистого металла от ржавчины, окалина, грязи, краски, масла, шлака, брызг расплавленного металла, продуктов коррозии и других загрязнений, препятствующих проведению контроля.

Измерительный контроль изделий проводится с целью подтверждения размеров сварных швов, допустимости размеров поверхностных дефектов, выявленных при визуальном контроле, а также соответствия основных размеров изделий (деталей, сборочных единиц) требованиям стандартов, ТУ и паспортов изделий.

На рисунке 13 обозначены параметры разделки кромок сварных соединений

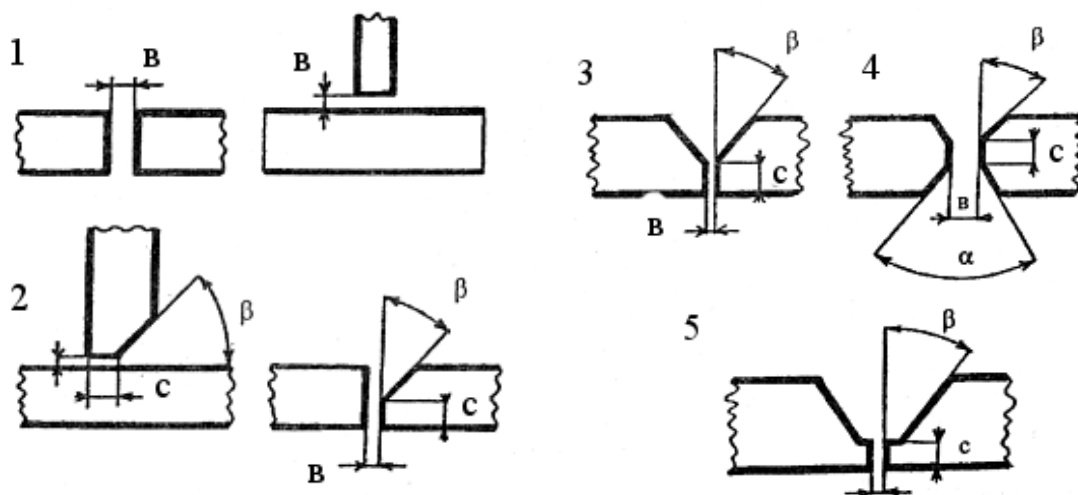


Рис.13 - Параметры разделки кромок сварных соединений

Зазоры в стыковых соединениях должны быть равномерными и не превышать 2 мм. В соединениях внахлестку и втавр элементы должны плотно прилегать друг к другу.

Зазоры в таких соединениях допускаются равными 2–4 мм (в зависимости от толщины свариваемых элементов). На рис.14 показаны способы измерения углов разделки кромок.

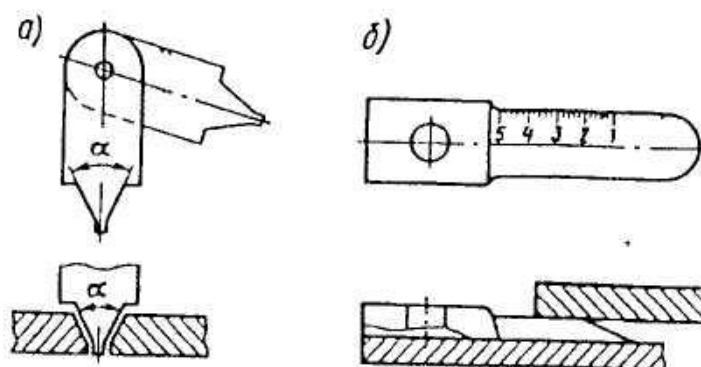


Рис.14 - Измерение углов разделки кромок

а) контроль угла разделки кромок в стыковом соединении; б) контроль угла разделки кромок в нахлесточном соединении

Сборку выполняют в специальных приспособлениях (в серийном и массовом производстве) или на прихватках (коротких швах, скрепляющих детали). Способы сборки с помощью шаблонов показаны на рис.15.

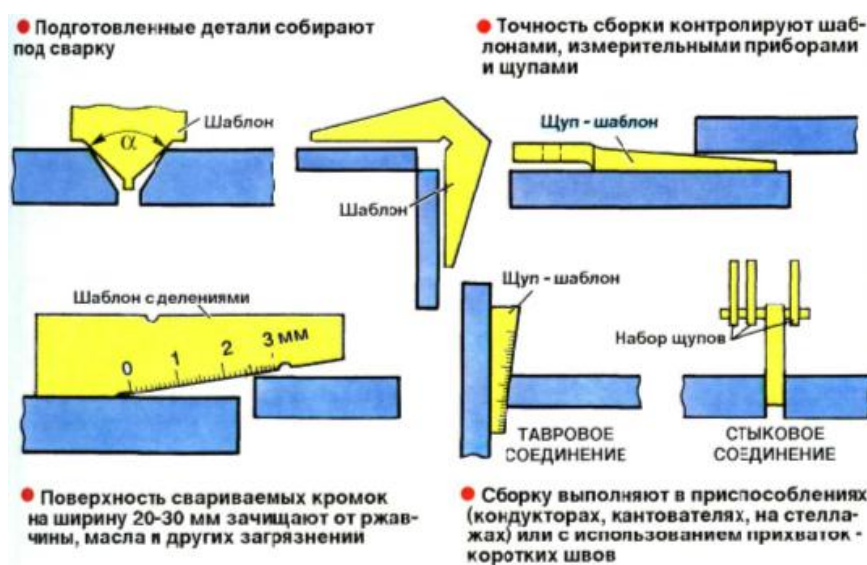
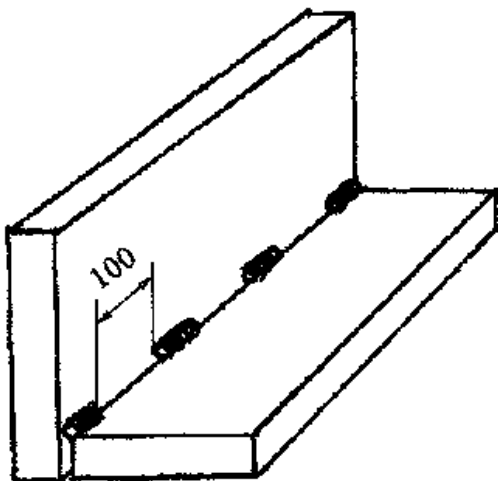


Рис.15 - Технология сборки сварных соединений с помощью шаблонов

Длина прихваток и расстояние между ними зависят от вида изделия, толщины металла и длины шва. При сборке несложных соединений из тонколистовой стали длина прихваток делается не более 5 мм, а расстояние между ними устанавливается 50-100 мм. (рис.16). При сборке деталей толщиной 3–4 мм и более и при значительной протяженности швов длина прихваток составляет 20–30 мм, а расстояние между ними – до 300 мм. Высота (толщина) шва в месте прихватки должна быть в пределах 0,5–0,7 толщины основного металла.

При постановке прихваток необходимо, чтобы провар корня шва был хорошим, так как во время последующей сварки корни прихватки часто уже не расплавляются. Порядок наложения прихваток зависит от толщины основного металла и длины шва.



При сварке ответственных конструкций прихватку должны производить сварщики, которые будут сваривать данное изделие. При выполнении прихваток используются те же сварочные материалы, что и при выполнении основной сварки.

Перед выполнением сварки, прихватки должны быть тщательно зачищены.

Рис.16 - Пример расположения прихваток при сборке углового соединения.

#### Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическими материалами.
2. Провести измерения конструктивных размеров (примеры - рис.13, 14) предложенных образцов измерительными средствами и шаблонами, результаты занести в таблицу.

Контролируемый параметр	Условное обозначение	Размеры
Зазор	B	
Угол скоса кромки	$\beta$	
Притупление	C	
Угол разделки кромок	$\alpha$	

3. Ответить письменно на контрольные вопросы:
  - Какой выставляется зазор при сборке стыкового соединения?
  - Что такое прихватки и для чего они нужны?
  - Какие сварочные материалы используют для выполнения прихваток?
  - Каких размеров должны быть прихватки?
  - Какие инструменты и шаблоны используют для проверки качества сборки сварного соединения?

**Практическая работа №10.**  
**Выбор сборочно-сварочных кондукторов для плоских и пространственных металлоконструкций**

Количество часов – 2 ч.

**Цель работы** - приобретение практических навыков в разработке технологического процесса сборки заданного сварного узла, в выборе сварочных кондукторов.

**Теоретические материалы**

Сборочно-сварочные приспособления являются весьма важной оснасткой сварочного производства. Наряду с обеспечением требуемого взаимного расположения свариваемых деталей сборочно-сварочные приспособления обеспечивают:

- уменьшение трудоемкости работ;
- повышение производительности труда;
- сокращение длительности производственного цикла работ;
- облегчение условий труда;
- повышение точности работ;
- улучшение качества продукции;
- сохранение заданной формы свариваемых изделий путем соответствующего закрепления их в целях уменьшения деформаций при сварке.

Сборочно-сварочные приспособления должны удовлетворять следующим требованиям.

1. Обеспечивать доступность к местам установки деталей, к рукояткам фиксирующих и зажимных устройств, к местам прихваток и местам сварки.
2. Обеспечивать выгоднейший порядок сборки и наиболее правильный порядок наложения сварных швов.
3. Быть достаточно прочными и жесткими, чтобы обеспечить точное закрепление деталей в требуемом положении и препятствовать их деформированию при сварке.
4. Обеспечивать такие положения изделия, при которых требуется наименьшее число поворотов как при наложении прихваток, так и при сварке.
5. Обеспечивать свободный доступ для проверки размеров изделий.
6. Обеспечивать легкий съем собранного или сваренного изделия.
7. Обеспечивать безопасность выполнения сборочно-сварочных работ.

Разнообразные приспособления, применяемые для сборки и сварки, можно разделить на универсальные (общие) и специальные. Универсальные (общие) приспособления могут быть применены для сборки различных изделий или узлов. Применяются они главным образом при индивидуальном производстве.

Специальные приспособления или специальные кондукторы применяются для сборки и сварки однотипных по виду и размерам или совершенно одинаковых изделий и отдельных узлов. Специальные приспособления имеют большое применение в массовом и серийном производстве.

В зависимости от вида сборочно-сварочных операций приспособления можно разбить на:

- опорные поверхности для сборки и сварки;
- фиксирующие, зажимные, стягивающие, распорные и поворотные устройства;
- специальные кондукторы и манипуляторы.

Опорные поверхности представляют собой стеллажи, сборочно-сварочные плиты, на которых производится свободная сборка и сварка конструкций и узлов. Стеллажи изготовляют из двутавров или швеллеров, уложенных на жестком горизонтальном основании.



Фиксирующие устройства представляют собой упоры, остановы, ограничители для установки в определенное положение деталей при сборке конструкций на стеллажах, сборочно-сварочных плитах или стендах. Зажимы и прижимы служат для прочного закрепления деталей в требуемом положении при сборке и для уменьшения коробления при сварке. Зажимные приспособления довольно разнообразны. В настоящее время нашли широкое применение быстродействующие пневматические зажимы.

Стягивающие приспособления служат для получения правильного взаимного расположения деталей, обеспечивающего требуемые зазоры, перекрытия и совпадения поверхностей собираемых деталей и узлов. Распорные приспособления служат для создания необходимого зазора или перекрытия в стыках. Для распора применяются клинья, домкраты, винты, распорные кольца и пр.

Основными приспособлениями для поворота и вращения изделий при сборке и сварке являются роликовые опоры, кантователи и поворотные кондукторы. Кондукторы облегчают установку деталей в требуемое положение при сборке, а манипуляторы облегчают установку собранного изделия в любое положение, удобное для сварки. Кондукторы и манипуляторы широко применяются при серийном и массовом производстве.

#### **Ход работы:**

1. Изучить конструкцию сварного узла по чертежу.
2. Выбрать фиксирующие элементы для сварного узла, указать их в тетради.
3. Описать последовательность работы фиксирующих элементов.
4. Составить отчет с описанием сборочных приспособлений.
5. Ответить письменно на контрольные вопросы:
  - Каково назначение фиксаторов в сборочных приспособлениях?
  - В чем заключается преимущество механизированных зажимных элементов?
  - Какие есть виды прижимов? Описать их действие.

## Список литературы

### Основные источники:

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.

### Дополнительные источники:

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.