

ДИСЦИПЛИНА: МДК 01.01 Основы технологии сварки и сварочное оборудование
Профессия 15.01.05. Сварщик(ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Преподаватель Шудров Сергей Александрович ru43domashka@mail.ru

Курс 1 группа 15

Тема: Практическое занятие № 8 Характеристика вспомогательных устройств для источников питания сварочной дуги

Цель: Ознакомление с теоретическими сведениями. Изучить и начертить основные типы внешних характеристик источников питания для дуговой сварки: крутопадающую, пологопадающую, жесткую, возрастающую.

Изучить и начертить вольтамперные характеристики сварочной дуги.

Практическая работа № 8

Теоретические сведения

Сварочной дугой называют дугу, представляющую собой мощный устойчивый электрический разряд происходящий в газовой среде между электродом и изделием или между двумя электродами.

Она отличается выделением большого количества тепловой энергии и сильным световым излучением.

Одной из важнейших характеристик источника питания сварочной дуги является *внешняя* (вольтамперная) *характеристика*, представляющая собой зависимость между напряжением и силой тока при постоянной длине дуги (установившемся горении).

В зависимости от назначения источники питания имеют различные внешние характеристики (рис.2). Источник тока для ручной сварки обладает крутопадающей внешней характеристикой для маломощной дуги, при сварочном токе менее 50 А и плотности тока на электроде 10...12 А/мм². При автоматической сварке под флюсом внешняя характеристика пологая для повышения устойчивости процесса соответствует сварочным токам 50...1000 А и плотности тока на электроде 12...80 А/мм². Если же сварка ведется в защитных средах с применением тонких электродных проволок, источник тока должен иметь жесткую или пологовозрастающую характеристики с плотностью тока на электроде более 80 А/мм².

Важной характеристикой сварочной дуги является *статическая* (вольтамперная) *характеристика*.

Статической вольтамперной характеристикой дуги называется зависимость между падением напряжения в сварочной дуге от силы тока при постоянной длине дуги (установившемся горении).

Вольтамперная характеристика дуги (рис. 1.) имеет три области: *падающую, жесткую и возрастающую*. В области 1 (*до 100 А*) с увеличением тока напряжение значительно уменьшается. Это происходит в связи с тем, что при повышении тока увеличивается поперечное сечение, а, следовательно, и проводимость столба дуги. В области 2 (*100...1000 А*) при увеличении тока напряжение сохраняется постоянным, так как сечение столба дуги и площади анодного и катодного пятен увеличиваются пропорционально току. Область характеризуется постоянством плотности тока. В области 3 (*более 1000А*) увеличение тока

вызывает возрастание напряжения вследствие того, что увеличение плотности тока выше определенного значения не сопровождается увеличением катодного пятна ввиду ограниченности сечения электрода. Дуга области 1 горит неустойчиво и поэтому имеет ограниченное применение. Дуга области 2 горит устойчиво и обеспечивает нормальный процесс сварки.

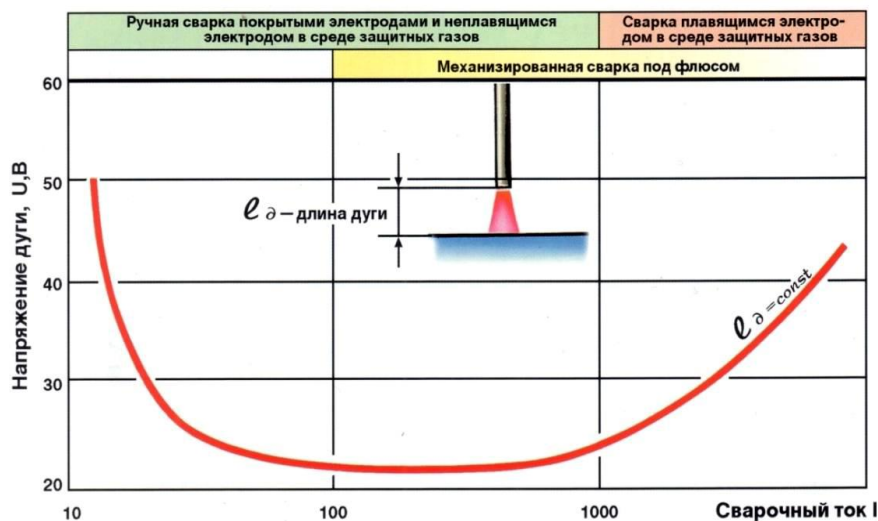


Рис. 1. Вольтамперная характеристика дуги

Напряжение, необходимое для возбуждения дуги, зависит от рода тока (постоянный или переменный), дугового промежутка, материала электрода и свариваемых кромок, покрытия электродов и ряда других факторов. Значения напряжений, обеспечивающих возникновение дуги в дуговых промежутках, равных 2...4 мм, находятся в пределах 40...70 В. Напряжение для установившейся сварочной дуги может быть определено по формуле

$$U_d = a + bl_d, \quad \text{где}$$

U_d — напряжение на дуге;

a — коэффициент, по своей физической сущности составляющий сумму падений напряжений в зонах катода и анода, В;

b — коэффициент, выражающий среднее падение напряжения на единицу длины дуги, В/мм;

l_d — длина дуги, мм.

Внешняя характеристика источника питания

Источники тока для питания сварочной дуги должны иметь специальную сварочную внешнюю характеристику.

Внешней характеристикой источника питания (ВАХ) называется зависимость между напряжением на его выходных клеммах и током в сварочной цепи.

Внешние характеристики (*рис.2.*) могут быть следующих основных видов: крутопадающая 1, пологопадающая 2, жесткая 3, возрастающая 4.

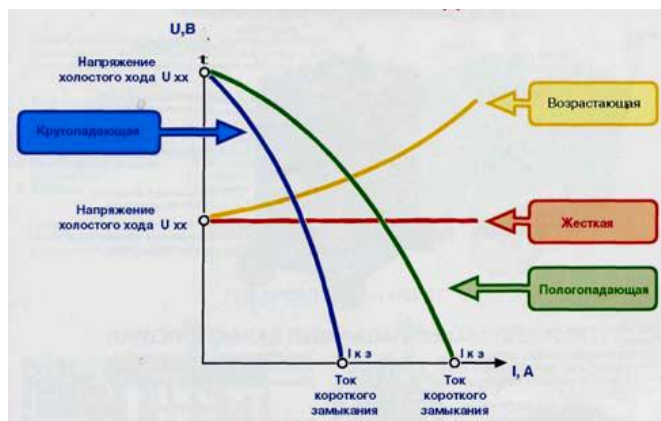
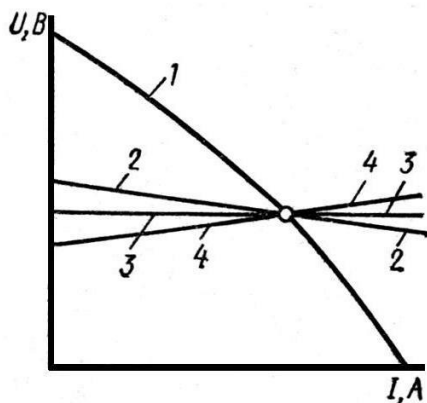


Рис.2. Основные типы внешних характеристик источников питания для дуговой сварки: 1 – крутопадающая, 2 – пологопадающая, 3 – жесткая, 4 – возрастающая

Источник тока с соответствующей внешней характеристикой выбирают в зависимости от вольтамперной характеристики дуги (рис. 1).

Участки 1 и 2 ВАХ (рис. 1) соответствуют режимам сварки, применяемым при ручной сварке плавящимся покрытым электродом, а также неплавящимся электродом в среде защитных газов.

Механизированная сварка под флюсом соответствует 2 области (рис. 1) и частично захватывает 3 область (рис. 1) при использовании **тонких электродных проволок** и повышенной плотности тока, сварка плавящимся электродом в защитных газах соответствует 3 области ВАХ (рис.1). Для питания дуги с падающей или жесткой ВАХ применяют источники питания с падающей или пологопадающей внешней характеристикой.

Для питания дуги с возрастающей ВАХ применяют источники тока с жесткой или возрастающей внешней характеристикой.

Для питания сварочной дуги применяют источники переменного тока (сварочные трансформаторы) и источник постоянного тока – сварочные генераторы с приводом от электродвигателя (сварочные преобразователи), сварочные генераторы с приводом от двигателя внутреннего сгорания (сварочные агрегаты) и полупроводниковые сварочные выпрямители.

Сварочные трансформаторы благодаря своим технико-экономическим показателям имеют преимущества по сравнению с источниками постоянного тока. Они проще в эксплуатации, долговечнее, обладают более высоким к.п.д.

Источники постоянного тока предпочтительнее в технологическом отношении: при их применении повышается устойчивость горения дуги, улучшаются условия сварки в различных пространственных положениях и др.

Основные технические показатели источников питания сварочной дуги: внешняя характеристика, напряжение холостого хода, относительная продолжительность работы (*ПР*) и относительная продолжительность включения (*ПВ*) в прерывистом режиме.

Величина *ПР* определяется как отношение продолжительности рабочего периода источника питания к длительности полного цикла работы и выражается в процентах:

$$ПР = (t_p / t_n) 100, \quad \text{где}$$

t_p – непрерывная работа под нагрузкой (сварка);

t_n – длительность полного цикла (сварка + пауза).

Оптимальная величина *ПР* принята 60 %.

Различие между *ПР* и *ПВ* состоит в том, что в первом случае источники питания во время паузы не отключаются от сети и при разомкнутой сварочной цепи работают на холостом

ходу, а во втором случае источники полностью отключаются от сети, что имеет место при механизированной сварке.

Устойчивое горение дуги возможно при условии пересечения ее статической характеристики с внешней характеристикой источника, т.е. когда

$U_{\text{дуги}} = U_{\text{ист}}$. На (рис. 3) показана крутопадающая внешняя характеристика источника питания и пересекающие ее статические характеристики сварочной дуги различной длины. Точки пересечения характеризуют устойчивое горение дуги, т.к. $U_{\text{дуги}} = U_{\text{ист}}$. так для сварочной дуги длиной $l_d = 5 \text{ мм}$ устойчивое горение будет обеспечено при сварочном токе $I_{\text{св}} = 145 \text{ А}$ и $U_{\text{ист}} = 25 \text{ В}$. В случае увеличения сварочного тока до

$I_{\text{св}} = 160 \text{ А}$ напряжение источника, как видно из графика, станет $U_{\text{ист}} = 18 \text{ В}$ меньше напряжения дуги, условие $U_{\text{дуги}} = U_{\text{ист}}$ не выполняется, однако при таком токе устойчивой будет дуга длиной $l_d = 3 \text{ мм}$.

Из (рис.3) видно, что диапазон регулирования устойчивого режима сварки (тока и напряжения) для изменения длины дуги от 7 до 1 мм составляет для $I_{\text{св}} = 130...170 \text{ А}$, для напряжения $U = 33...8 \text{ В}$.

Другим показателем работы источника сварочного тока является продолжительность работы (ПР) или продолжительность включения (ПВ). Эти величины характеризуют повторно-кратковременный режим работы, на который рассчитаны источники питания.

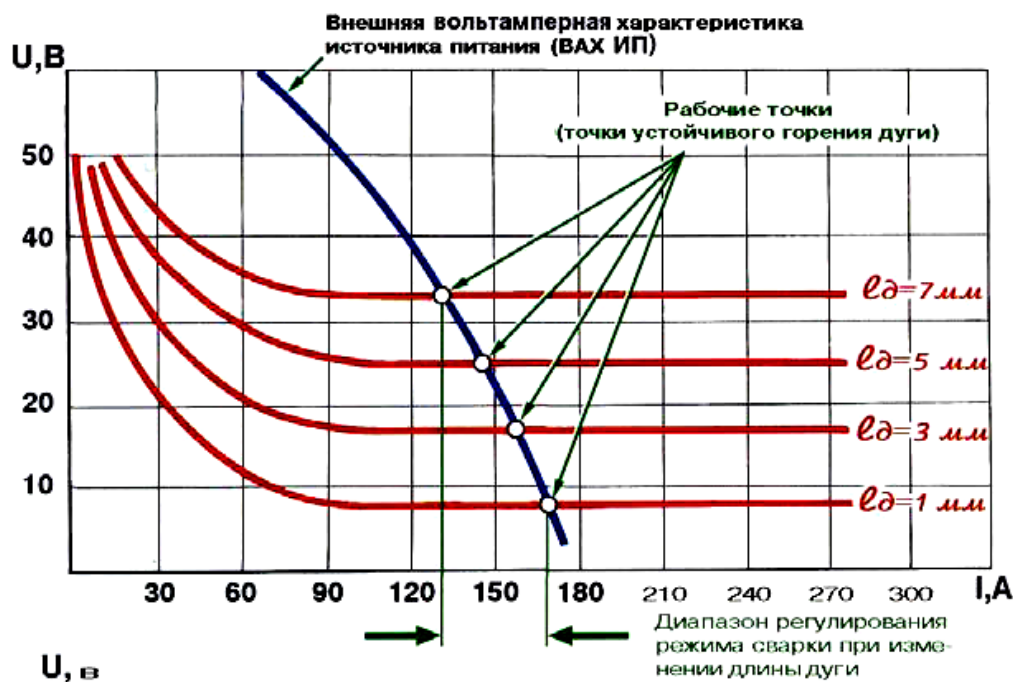


Рис.3 Вольтамперные характеристики сварочной дуги

Электрическая сварочная дуга при сварке покрытыми электродами является видом нагрузки, который отличается от других потребителей электроэнергии:

- для зажигания дуги нужно напряжение, значительно выше, чем для поддержания ее горения;
- дуга горит с перерывами, во время которых электрическая цепь или разрывается, или происходит короткое замыкание;
- во время горения дуги с изменением ее длины l_d (в пределах $0...20 \text{ мм}$) изменяется сопротивление, что приводит к изменению напряжения U_d (в пределах $20...40 \text{ В}$) и силы сварочного тока $I_{\text{св}}$;
- **при коротком замыкании** (в моменты зажигания дуги и перехода капли расплавленного металла на изделие) **напряжение между электродом и изделием падает до нуля**.

Эти особенности дуги обуславливают такие **требования к источникам питания** (для ручной дуговой сварки):

1. *Напряжение холостого хода* должно быть в **два-три** раза выше напряжения дуги. Это необходимо для легкого зажигания дуги, в то же время оно должно быть безопасным для сварщика при условии выполнения им необходимых правил. Госстандарт устанавливает максимальное напряжение холостого хода $U_{х.х}$ не более **80В** - для источников питания *переменного тока* и **90 В** – для и.п. *постоянного тока*.
2. Необходимо, чтобы сила тока при коротком замыкании $I_{кз}$ была ограничена. Нормальный процесс дуговой сварки обеспечивается, если

$$I_{кз} / I_{зв} = 1,1...1,5 \quad (\text{в некоторых случаях} - 2)$$

3. Изменения напряжения дуги, происходящих в результате изменения ее длины, не должны вызывать существенного изменения силы сварочного тока, а следовательно, изменения теплового режима сварки (необходимо, чтобы источник питания имел специальную форму внешней характеристики).
4. Время восстановления напряжения от **0 до 25 В** после короткого замыкания *не должно превышать 0,05 с*, что обеспечивает устойчивость дуги.
5. Необходимо, чтобы источник питания имел устройство для регулирования силы сварочного тока. Пределы регулирования тока должны быть **30 ... 130% от номинального сварочного тока**. Это необходимо для того, чтобы от одного источника питания можно было сваривать электродами различных диаметров. Всем указанным требованиям отвечают источники питания с крутопадающей внешней вольтамперной характеристикой (ВВАХ).

Контрольные вопросы:

1. Как называют источники переменного и постоянного сварочного тока?
2. Какую дугу называют сварочной?
3. Что характеризует внешняя характеристика источника сварочного тока?
4. Что характеризует статическая вольтамперная характеристика сварочной дуги?

Ссылка на видео: https://www.youtube.com/watch?v=eXqFbZSTr6s&feature=emb_title