

# **СВАРОЧНЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛИ**

- 1. Устройство и классификация сварочных выпрямителей**
  - 2. Схемы выпрямления**
  - 3. Выпрямители сварочные параметрические**
  - 3.4. Выпрямители сварочные с фазовым управлением**
  - 3.5. Инверторные выпрямители**
  - 3.6.. Многопостовые выпрямительные системы**
-

## 1. Устройство и классификация сварочных выпрямителей

По способу формирования внешней характеристики сварочные выпрямители можно разделить на две группы: параметрические и с фазовым регулированием. Внешняя характеристика параметрических выпрямителей формируется за счет конструктивных и электрических параметров трансформатора либо блока переменного тока выпрямителя. Эти же параметры определяют и способы настройки режимов сварки. В сварочных выпрямителях с фазовым регулированием настройка выходной мощности и формирование любой внешней характеристики осуществляется с помощью обратных связей по току и напряжению.

Блок-схемы параметрических выпрямителей представлены на рис. 3.1, а,б. Сварочные выпрямители включают трансформатор (Т), выпрямительный блок на неуправляемых вентилях (V) и сглаживающий реактор (L) (рис.3.1,а).

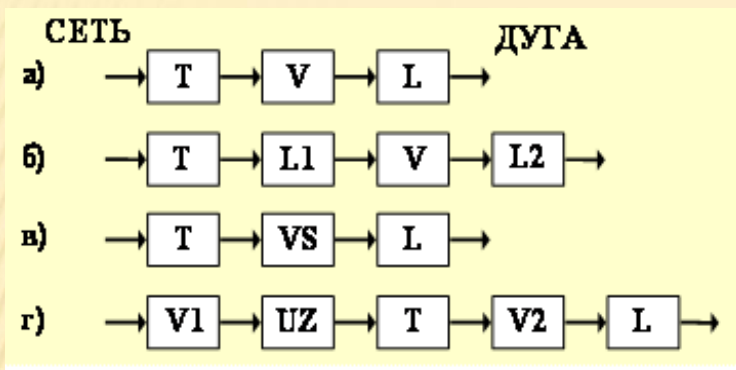


Рис.3.1. Блок-схемы сварочных выпрямителей

Трансформатор в этих схемах используется для понижения напряжения, формирования внешней характеристики и настройки режима. В некоторых конструкциях используется реактор насыщения (L1). Он применяется для формирования внешней характеристики и настройки режима (рис.3.1,б). Эти сварочные выпрямители имеют механический или электромагнитный способ регулирования. В настоящее время такие дешевые сварочные выпрямители, хотя и не обеспечивают стабильность выходной мощности и имеют низкий КПД, вполне пригодны для неотчетственных и ремонтных работ и имеют повышенный спрос на рынке.

При сварке плавящимся электродом в защитных газах, а также покрытыми электродами такие технологические недостатки дуговых процессов, как разбрызгивание металла, нестабильность зажигания и неустойчивость горения дуги, связаны с особенностями источников питания. Принцип построения рассмотренных двух групп сварочных выпрямителей (рис.3.1,а,б) не позволяет устранить эти недостатки.

Блок-схемы выпрямителей с фазовым регулированием представлены на рис. 3.1,в,г. В этих выпрямителях электромагнитное управление сварочным током заменено электронным – с помощью тиристоров или транзисторов. С этой целью силовой выпрямительный блок собирается на управляемых вентилях, а сварочные выпрямители получили названия соответственно тиристорные или транзисторные.

В выпрямительный блок (VS) входят тиристоры и диоды или одни тиристоры, выполняющие функции: выпрямление тока, регулирование выходной мощности и формирование любой внешней характеристики с помощью обратных связей по току и напряжению.

Трансформатор (Т) служит только для понижения сетевого напряжения до сварочного и имеет жесткую внешнюю характеристику. Бесступенчатое управление током осуществляется регулятором фазы на однооперационном тиристоре за счет фазового управления моментом включения тиристорov. Преимуществом тиристорного управления током является его простота, устойчивость к грубым внешним воздействиям. Эти источники питания имеют лучшие сварочно-технологические свойства, чем параметрические сварочные выпрямители.

Постановка новых задач и развитие технологий дуговых процессов изменили концепцию создания источников питания в результате применения новых, более совершенных конструкторских решений. Это относится к созданию принципиально нового сварочного выпрямителя – инверторного типа (рис.3.1,г) .

С этим типом выпрямителя связывают будущее развитие дуговой сварки. От традиционных сварочных выпрямителей они отличаются тем, что в них отсутствует силовой сетевой сварочный трансформатор.

В инверторных источниках питания сварочной дуги сетевое переменное напряжение сначала выпрямляется  $V1$ , а затем выпрямленное напряжение, пройдя через инвертор (UZ) с транзисторным преобразователем, преобразуется в напряжение высокой частоты порядка 20...50 кГц. Высокочастотным трансформатором Т преобразованное напряжение понижается до сварочных значений вторичным выпрямителем  $V2$ , выпрямляется и подается на дугу.

Широко применяются универсальные тиристорные выпрямители, которые могут работать как на падающих, так и на жестких характеристиках.

В состав любого выпрямителя входят также вентилятор, пускорегулирующая, защитная и контрольная аппаратура.

Выпрямители различаются по типу внешних характеристик. Для комплектования аппаратов, действующих по принципу саморегулирования дуги, при механизированной сварке в углекислом газе и под флюсом применяют однопостовые выпрямители с жесткими или с пологопадающими и пологовозрастающими характеристиками. Эти выпрямители имеют, как правило, трансформатор с нормальным рассеянием. Регулятор выпрямителя применяется для настройки сварочного напряжения. В настоящее время используются следующие способы регулирования сварочного напряжения: витковое (выпрямитель, управляемый трансформатором с секционированными обмотками), магнитное (выпрямитель, управляемый трансформатором с магнитной коммутацией, выпрямитель с реактором насыщения), фазовое (тиристорный выпрямитель), частотное (инверторный выпрямитель).

Требования к выпрямителям изложены в ГОСТ 13821-77 Е «Выпрямители однопостовые с падающими внешними характеристиками для дуговой сварки».

Главным достоинством сварочных выпрямителей при сопоставлении с трансформаторами является высокая надежность зажигания и устойчивость горения дуги. По сравнению с вращающимися источниками (преобразователями и агрегатами) выпрямители обладают следующими преимуществами: более высоким КПД, относительно малым габаритом и массой, отсутствием вращающихся частей, высокой надежностью.

Вентили, используемые в сварочных выпрямителях. В нашей стране для этих целей используют только кремниевые силовые вентили: неуправляемые (диоды), неполностью управляемые (тиристоры) и управляемые (транзисторы).

Принцип работы диода рассмотрим на примере простейшей схемы однополупериодного выпрямления (рис.3.2).

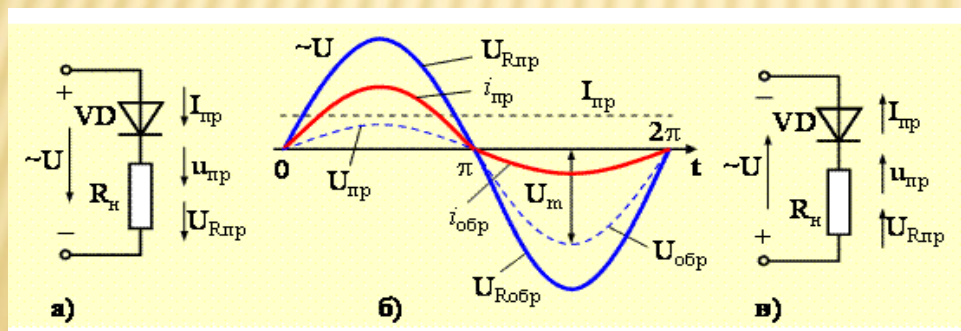


Рис. 3.2. Диаграммы изменения тока и напряжения (б); работа диода при прямом (а) и обратном (в) включении в цепи переменного тока



В положительном полупериоде синусоидального напряжения питающей сети диод VD оказывается включенным в прямом направлении (рис.3.2,а). Поскольку при этом его сопротивление мало, прямой ток  $i_{пр}$  сравнительно велик (рис.3.2,б). Практически все напряжение сети ( $U_{Rпр} \approx \sim U$ ) приложено к нагрузке  $R_n$ , а падение напряжения на диоде  $U_{пр}$  не превышает 1...2 В. В отрицательном полупериоде (рис.3.2,в) диод включен в обратном направлении, его сопротивление резко возрастает, а ток  $i_{обр}$  снижается почти до нуля. На нагрузку напряжение почти не подается ( $U_{Rобр} \approx 0$ ), поскольку практически все напряжение сети приложено к разрыву цепи, образованному закрытым диодом ( $U_{обр} \approx \sim U$ ). Таким образом, если пренебречь незначительным обратным током  $i_{обр}$ , то по нагрузке идет прерывистый ток одного направления – выпрямленный ток  $i_d = i_{пр}$ , а его усредненное значение за полный период –  $I_{пр}$ .

По осциллограммам, изображенным на рис.3.2, можно получить динамическую вольтамперную характеристику диода (рис.3.3).

На прямой ветви характеристики видно, что прямое падение напряжения на вентиле  $U_{пр}$  невелико. Главным параметром, по которому из справочников выбирается диод, является его предельный ток  $I_{пред}$ . Это максимальное допустимое среднее за период значение длительно протекающего тока синусоидальной формы при частоте 50 Гц и однополупериодном выпрямлении.

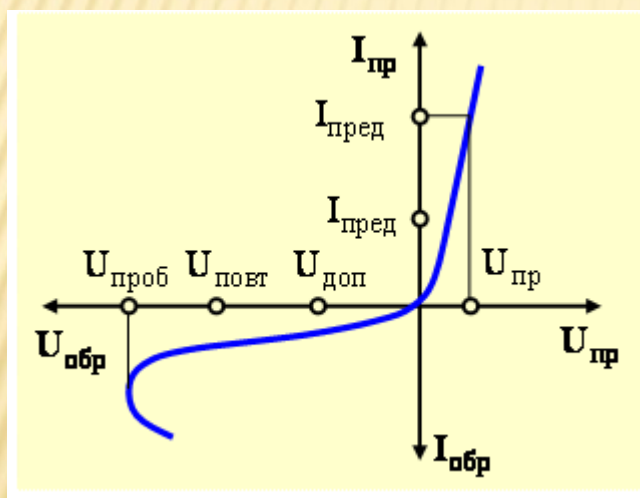


Рис. 3.3. Вольтамперная характеристика диода

В других вариантах выпрямления допустимый ток, как правило, меньше ( $I_{доп} < I_{пред}$ ). В сварочных выпрямителях используются диоды с предельным током 200, 320, 400, 500 А. Другой важной характеристикой диода является прямое падение напряжения  $U_{пр}$  на вентиле при амплитудном значении предельного тока. Прямое падение характеризует потерю мощности на нагрев вентиля, от него зависит КПД выпрямителя.

На обратной ветви довольно высокое пробивное напряжение  $U_{проб}$ , измеряемое сотнями вольт, при котором происходит необратимое разрушение полупроводниковой структуры вентиля. Другой справочный параметр вентиля - повторяющееся напряжение  $U_{повт}$ . Это наибольшее мгновенное напряжение, прикладываемое к диоду в обратном направлении. Это не только амплитудное значение синусоидального напряжения  $U_m$  (рис.3.2,б), но также и часто повторяющиеся броски напряжения при переходных процессах. Повторяющееся напряжение должно быть ниже пробивного не менее чем в 2 раза.

В сварочных выпрямителях используются вентили 2...8-го классов (Упроб от 200 до 800 В). Допустимое обратное напряжение вентиля Удоп (его амплитудное значение изображено на рис.3.3) с учетом бросков напряжения при переходных процессах должно быть в 1,5 раза ниже повторяющегося Упроб.

При выборе вентиля необходимо учитывать кратковременные, но довольно значительные перегрузки по току, сопровождавшие работу сварочного выпрямителя. При технологических перегрузках, например, из-за короткого замыкания электродом на изделие при зажигании дуги, допускается перегрев кремниевого диода с температуры 140 до 160 °С. Из паспортной перегрузочной характеристики диода можно установить, что такая четырехкратная перегрузка может длиться не более 1с. Из этой же характеристики следует, что аварийная восьмикратная перегрузка, вызванная, например, коротким замыканием внутри выпрямителя, допустима при длительности менее 0,03 с, т.е., в течение времени срабатывания быстродействующего автоматического выключателя.

Если предельный ток вентиля  $I_{пред}$  ниже необходимого, применяют параллельное соединение двух, трех и более одинаковых вентиляй. Последовательное соединение кремниевых вентиляй не принято, поскольку для сварочных выпрямителей удастся выбрать вентили с любым достаточно высоким пробивным обратным напряжением  $U_{проб}$ .

Рассмотрим работу тиристора (рис. 3.4). Для отпирания тиристора необходимо выполнить два условия. Во-первых, его следует включить в прямом направлении, т.е. потенциал его анода А должен быть выше потенциала катода К.

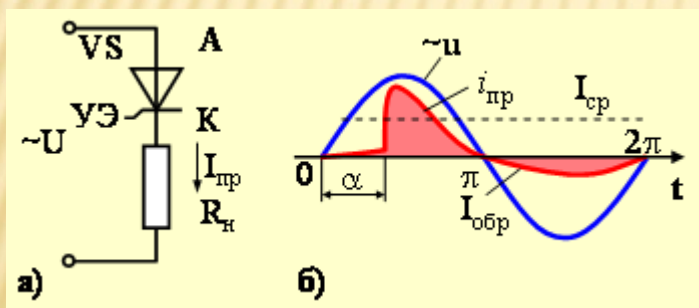


Рис. 3.4. Тиристор в цепи переменного тока (а) и диаграмма изменения тока и напряжения (б)

Во-вторых, на его управляющий электрод УЭ необходимо подать положительный относительно катода импульс напряжения. Поэтому в положительном полупериоде тиристор отпрется с задержкой на электрический угол  $\alpha$ , соответствующий подаче импульса управления. Следовательно, среднее значение выпрямленного тока  $I_{пр}$ , пропорциональное заштрихованной площади (рис.3.4), для тиристора меньше, чем для диода, оно снижается при увеличении задержки включения.

Запирание обычного тиристора снятием импульса управления невозможно, он выключается только в конце полупериода при снижении сетевого напряжения до нуля, поэтому тиристор называют не полностью управляемым вентилем. В течение отрицательного полупериода обычный тиристор заперт. Таким образом, тиристор можно использовать не только для выпрямления, но и для регулирования тока.



