

## ТИРИСТОРНЫЕ ОПТОПАРЫ

### 11.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

В тиристорных оптопарах в качестве приемного элемента используется кремниевый фототиристор.

Фототиристор, так же как обычный тиристор, имеет четырехслойную структуру  $p-n-p-n$ . Конструктивно оптопара выполнена так, что основ-

ная часть излучения входного диода направлена на высокоомную базовую область  $n$  фототиристора. К крайним областям — аноду  $p$  и катоду  $n$  прикладывается внешнее выходное напряжение плюсом к аноду. При облучении в  $n$ -базе генерируются пары носителей заряда — электронов и дырок. Электрическим полем центрального перехода между  $n$ - и  $p$ -областями носители заряда разделяются. При этом электроны остаются в  $n$ -базе, а дырки попадают в  $p$ -базу, заряжая соответствующие базы отрицательно и положительно. При такой полярности зарядов на базах происходит инжекция неосновных носителей заряда из крайних переходов структуры, называемых эмиттерами. Лавинообразное нарастание тока через структуру приводит к отпиранию тиристора, все три перехода оказываются смещенными в прямом направлении, и падение напряжения на фототиристоре в открытом состоянии получается малым.

Фототиристор, так же как и фототранзистор, обладает большим внутренним усилением фототока. В отличие от фототранзистора включенное состояние фототиристора сохраняется и при прекращении излучения входного диода. Таким образом, управляющий сигнал на тиристорную оптопару может подаваться только в течение небольшого времени, необходимого для отпирания тиристора. Этим достигается существенное уменьшение энергии, необходимой для управления тиристорной оптопарой.

Чтобы запереть фототиристор, с него надо снять внешнее напряжение. Если тиристор включается в цепь переменного или пульсирующего напряжения, то выключение тиристора происходит в каждый из периодов при уменьшении напряжения и тока через тиристор до значения, при котором не может поддерживаться включенное состояние структуры.

При отсутствии входного сигнала, что соответствует необлученному состоянию базовой  $n$ -области, через фототиристор протекает небольшой ток утечки (темновой ток). Темновой ток сильно зависит от температуры. При повышении температуры на  $10^\circ\text{C}$  ток примерно удваивается.

Специфическими параметрами для тиристорных оптопар являются следующие:

ток включения  $I_{вкл}$  — постоянный прямой входной ток, который переводит оптопару в открытое состояние при заданном режиме на выходе;

импульсный ток включения  $I_{вкл.и}$  — амплитуда входного импульсного тока заданной длительности, при которой оптопара переходит в открытое состояние;

входное напряжение  $U_{вх}$  — постоянное напряжение на входе оптопары при заданном токе включения;

максимальный входной ток помехи  $I_{вх.пом.мах}$  — входной ток, при котором тиристорная оптопара не переключается из закрытого состояния в открытое;

максимальное входное напряжение помехи  $U_{вх.пом.мах}$  — наибольшее прямое напряжение на входе оптопары, при котором она не переключается из закрытого состояния в открытое;

выходной ток в закрытом состоянии  $I_{вых.закр}$  — ток, протекающий в выходной цепи при закрытом состоянии фототиристора и заданном режиме;

выходной обратный ток  $I_{вых.обр}$  — ток, протекающий в выходной цепи в обратном направлении при закрытом состоянии фототиристора;

выходное остаточное напряжение  $U_{ост}$  — напряжение на выходных выводах тиристорной оптопары в условиях открытого состояния фототиристора;

выходной удерживающий ток  $I_{вых.уд}$  — наименьший выходной ток,

при котором фототиристор еще находится в открытом состоянии при отсутствии входного тока;

выходной минимальный ток при подаче управляющего сигнала  $I_{вых.мин}$  — минимальный выходной ток, при котором фототиристор сохраняет включенное состояние при наличии входного сигнала;

выходное минимальное напряжение в закрытом состоянии  $U_{вых.пр.закр.мин}$  — минимальное прямое постоянное напряжение на выходе тиристорной оптопары, при котором гарантируется включение прибора при заданном сигнале на входе и сохранение прибором открытого состояния;

максимальное выходное прямое напряжение в закрытом состоянии  $U_{вых.пр.закр.мах}$  — прямое напряжение на выходе, при котором фототиристор еще находится в закрытом состоянии при отсутствии входного сигнала и обеспечивается надежность при длительной работе;

максимальное выходное обратное напряжение  $U_{вых.обр.мах}$  — обратное напряжение на выходе, при котором обеспечивается заданная надежность при длительной работе;

выходная емкость  $C_{вых}$  — емкость на выходе тиристорной оптопары в закрытом состоянии;

максимально допустимая скорость нарастания выходного напряжения в закрытом состоянии  $[dU_{вых.закр}/dt]_{мах}$  — скорость нарастания, при которой обеспечивается закрытое состояние фототиристора при отсутствии входного сигнала;

время включения  $t_{вкл}$  — интервал времени между входным импульсом тока на уровне 0,5 и выходным током на уровне 0,9 максимального значения;

время выключения  $t_{выкл}$  — интервал времени от момента окончания выходного тока до момента начала следующего импульса выходного тока, под воздействием которого фототиристор не переключается в открытое состояние.

Так же как и для других оптопар, указываются максимально допустимые режимы во входной и выходной цепях, а также параметры изоляции выходной цепи от управляющей.

На рис. 11.1 показано семейство выходных вольт-амперных характеристик тиристорной оптопары. Параметром семейства является входной ток через излучающий диод.

При некотором значении входного тока происходит «спрямление» характеристики, что соответствует включенному состоянию фототиристора. Время включения оптопары зависит от входного тока. Для уменьшения времени включения входной ток необходимо увеличивать (однако он не должен превышать максимально допустимого импульсного входного тока).

Тиристорные оптопары наиболее целесообразно использовать для гальванической развязки логических цепей управления от высоковольтных цепей нагрузок большой мощности, для формирователей мощных импульсов, управления мощными тиристорами, в том числе симметричными, коммутирующими нагрузку в сети переменного тока, для устройства защиты вторичных источников питания.

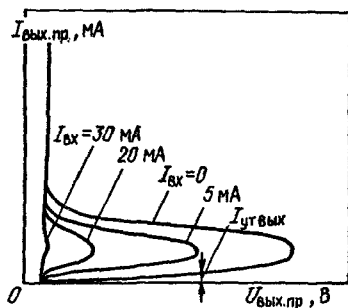


Рис. 11.1. Выходные характеристики тиристорной оптопары