**Реферат**

**«Стабилитроны»**

**Выполнил:**

**Проверил:**

**2001 г.**

**Стабилитроны** – приборы тлеющего и коронного разряда. Наиболее распространены стабилитроны тлеющего разряда, работающие в режиме нормального катодного падения. В последнее время они все чаще заменяются полупроводниковыми стабилитронами.

Поскольку темный разряд, предшествующий тлеющему, не используется, его не показывают на вольт-амперной характеристике стабилитрона (рис. 1).

рис. 1 Вольт-амперная характеристика стабилитрона

Точку возникновения разряда *А* отмечают на вертикальной оси. К тому же миллиамперметр для измерения тока тлеющего разряда не покажет ничтожно малого тока темного разряда.

Область нормального катодного падения, пригодная для стабилизации, ограничена минимальным током *Imin* максимальным *Imax*. При токе, меньшем *Imin* разряд может прекратиться. Ток *Imax* либо соответствует началу режима аномального катодного падения, либо при нем достигается предельная мощность.

Скачок тока при возникновении разряда может быть различным в зависимости от сопротивления *Rогр*. Если оно большое, то появляется сравнительно небольшой ток, а если малое, то возникает большой ток и точка *Б* перемещается к точке *В*. Для режима стабилизации это невыгодно, так как участок стабилизации напряжения *БВ* сокращается. При малом сопротивлении *Rогр* может даже произойти скачок тока в область аномального катодного падения и стабилизации вообще не получится. Таким образом, ограниченный резистор с достаточным сопротивлением необходим по двум причинам: чтобы не произошло чрезмерного возрастания тока и чтобы мог существовать режим стабилизации напряжения.

Чем больше площадь катода, тем больше участок стабилизации БВ, так как ток *Imin* остается неизменным, а ток *Imax* возрастает пропорционально площади катода. Поэтому у стабилитронов катод с большой площадью поверхности. Анод делают малых размеров, но он, конечно, не должен перегреваться от тока *Imax*.

Наиболее распространены двухэлектродные стабилитроны с цилиндрическим катодом из никеля или стали. Анодом служить проволочка диаметром 1,0 – 1,5 мм. Баллон наполнен смесью инертных газов (неон, аргон и гелий) под давлением в тысячи паскалей (десятки миллиметров ртутного столба).

Основные параметры стабилитрона: нормальное рабочее напряжение, или напряжение стабилизации *Uст*, соответствующее средней точке участка стабилизации (см. рис. 1), напряжение возникновения разряда Uв, минимальный и максимальный ток *Imin* и *Imax*, изменение напряжения стабилизации *∆Uст* и внутреннее сопротивление переменному току *Ri*. Если требуется пониженное напряжение *Uст*, то поверхность катода с внутренней стороны активируется, чтобы облегчить эмиссию электронов под ударами ионов. Применяя разные смеси газов, подбирают нужное значение *Uст*. Напряжение *Uв* обычно превышает напряжение *Uст* не более чем на 20 В. Для снижения напряжения *Uв* на внутренней поверхности катода имеется проводник, уменьшающий расстояние между катодом и анодом. Без него стабилитрон работал бы на восходящей (правой) части характеристики возникновения разряда (см. рис 2).

рис. 2 Характеристика возникновения разряда

В пределах области стабилизации напряжение *Uст* изменяется на значение *∆Uст*, которое не превышает 2 В. Работа стабилитрона с током выше *Imax* не рекомендуется, так как ухудшается стабилизация и электроды перегреваются. Внутреннее сопротивление стабилитрона переменному току (дифференциальное сопротивление) *Ri=∆ua/∆Ia* и значительно меньше сопротивления постоянному току *R0*. Если бы стабилизация была идеальной (*Uст=const*), то сопротивление *Ri* было бы равно нулю.

У отечественных стабилитронов напряжение стабилизации бывает от 75 В до нескольких сотен вольт, ток *Imin* обычно 3 –5 мА, а *Imax* – несколько десятков миллиампер.

Для стабилитронов коронного разряда характерны высокие напряжения и малые токи. У таких стабилитронов электроды цилиндрической формы из никеля. Баллон наполнен водородом, причем напряжение стабилизации зависит от давления газа, которое обычно составляет тысячи паскалей (десятки миллиметров ртутного столба). Напряжение *Uст* при этом несколько сотен вольт. Рабочие токи в пределах 3 –100 мкА. Внутреннее сопротивление переменному току сотни килоом. Процесс возникновения разряда длится 15 – 30 с. В последнее время выпущены стабилитроны коронного разряда, оформленные в керамических баллонах, на напряжение в десятки киловольт.

Стабилитрон соединяют параллельно с нагрузкой *Rн*, а последовательно включают резистор *Rогр* (рис. 3).

рис. 3 Схема включеня стабилитрона

Нагрузкой является тот или иной потребитель (например, анодные цепи и цепи экранных сеток какого-либо усилителя и т. д.), который нужно питать стабильным напряжением. Напряжение источника Е должно быть выше напряжения стабилизации *Uст* и достаточным для возникновения разряда в стабилитроне. Чем выше напряжение *Е*, тем выше должно быть сопротивление *Rогр*, и тогда стабилизация сохраняется при изменении напряжения Е в более широких пределах. Но при большем ограничительном сопротивлении КПД схемы снижается, так как потери мощности в стабилитроне и резисторе *Rогр* могут оказаться выше полезной мощности потребителя. Поэтому стабилитроны применяют только для установок небольшой мощности, в которых снижение КПД не так важно, как в мощных установках.

Стабилитроны наиболее часто работают в режиме, когда сопротивление нагрузки неизменно (*Rн=const*), напряжение источника нестабильно (*E=var*). В этом случае происходит следующее. Когда напряжение источника повышается, то увеличивается ток стабилитрона и почти все изменение напряжения приходится на долю резистора *Rогр*. Напряжение на стабилитроне и на нагрузке почти постоянно (лишь незначительно возрастает), если изменение тока стабилитрона не выходит за пределы режима нормального катодного падения.

Расчет сопротивления *Rогр* делают по закону Ома. Если напряжение Е изменяется в обе стороны от среднего значения *Еср*, то

*Rогр=(Еср-Uст)/(Iср+Iн)*,

где *Iср* – средний ток стабилитрона, ровной *0,5(Imin+Imax)*, а *Iн* – ток нагрузки, *Iн= Uст/ Rн*.

Значение *Еср* определяется по максимальному и минимальному напряжению источника как

*Еср=0,5(Emin+Emax)*.

После расчета *Rогр* следует проверить, сохранится ли стабилизация при изменении напряжения от *Emin* до *Emax*. Это делается следующим образом.

При изменении тока стабилитрона от *Imin* и *Imax* напряжение на *Rогр* изменяется на *∆Е=Rогр(Imin+Imax)*. Стабилизация возможна при изменении Е не более чем на *∆Е*. Если *∆Е<Emax-Emin*, то стабилизация будет не во всем диапазоне изменения Е, а только в части его, причем эта часть тем меньше, чем меньше *∆Е*.

Поскольку *Imax* и *Imin* для данного стабилитрона постоянны, то значение *∆Е* пропорционально *Rогр*. Но значение *Rогр* тем больше, чем больше разница между *Е* и *Uст* и чем меньше *Iн*. Таким образом, стабилизация в более высоком напряжении источника и более низком токе нагрузки. Однако при этом снижается КПД.

Если ток нагрузки большой, то сопротивление *Rогр* мало и стабилизация происходит в очень узких пределах изменения напряжения *Е*, что невыгодно. Поэтому имеет смысл применять стабилитроны при токах *Iн*, не превышающих значительно ток *Imax*.

Для стабилизации более высоких напряжений стабилитроны соединяют последовательно, обычно не более двух – трех. Они могут быть на разные напряжения, но должны иметь одинаковые токи *Imin* и *Imax*. Соединенные последовательно стабилитроны используются в качестве делителя, дающего различные стабильные напряжения. Потребители подключаются к одному или нескольким стабилитронам. Например, от трех стабилитронов на 75 В можно получить напряжения 75, 105, 150 В и так далее или от комбинаций этих напряжений. Тогда включают стабилитрон (или несколько стабилитронов) на ближайшее напряжение и поглощают излишек напряжения в добавочном резисторе *Rогр*, включенном последовательно с резистором *Rн* (рис. 4).

рис. 4 Схема понижения стабильного напряжения с помощью добавочного резистора

Например, если требуется получить стабильное напряжение 120 В при токе *Iн*=10 мА, то берут стабилитрон на 150 В, а излишек напряжения 30 В гасят в резисторе сопротивлением *Rдоб*=30:10=3 кОм.

Параллельное соединение стабилитронов не применяется, так как различные экземпляры стабилитронов данного типа не имеют одинаковых напряжений *Uв* и *Uст*. При подаче напряжения на параллельно соединенные стабилитроны разряд возникает лишь в том, у которого напряжение *Uв* наименьшее. Напряжение на нем скачком понижается, и в остальных стабилитронах разряда не будет. Если ба он даже и возник, то вследствие различия напряжений стабилизации одни из стабилитронов работали бы с недогрузкой, другие – с перегрузкой. Возможно даже, что какой-то стабилитрон работал бы в режиме аномального катодного падения. Он не будет участвовать в стабилизации, а станет дополнительной бесполезной нагрузкой и уменьшит пределы стабилизации по напряжению. Конечно, можно подобрать близкие по параметрам стабилитроны. Но это сложно и ненадежно, так как с течением времени их параметры меняются.

Эффективность стабилизации оценивают **коэффициентом** **стабилизации** *kст*. Он показывает. Во сколько раз относительное изменение напряжения стабилитрона *∆Uст/Uст* меньше относительного изменение источника *∆Е/Е*, т. е.

*kст=*.



Стабилитрон обеспечивает *kст*=10÷20. Например, если *kст*=10, то *Е*=200 В и *Uст*=75 В, то при изменении напряжения источника на *∆Е*=40 В, т. е. на 20 %, напряжение стабилитрона изменяется только на 1,5 в, т. е. на 2 %.

Коэффициент стабилизации увеличивается при каскадном соединении стабилитронов (рис. 5).

рис. 5 Каскадное включение стабилитронов

В схеме напряжение первого стабилитрона *Л1* попадается через ограничительный резистор *Rогр2* на второй стабилитрон *Л2*, параллельно которому присоединен потребитель. Если коэффициенты стабилизации стабилитронов *kст1* и *kст2*, то общий коэффициент стабилизации

*kст= kст1 kст2*.

При двух стабилитронов получается коэффициент *kст* от 100 до 400. Недостаток схемы – снижение КПД, так как потери будут в двух стабилитронах и двух ограничительных резисторах. Более двух стабилитронов обычно не включают. Стабилитрон *Л2* должен быть рассчитан на более низкое напряжение, нежели Л1. Напряжение *Uст1* можно считать постоянным и вести расчет сопротивления *Rогр2* на ток стабилитрона *Л2*, лишь превышающий минимальный.

Стабилитроны также применяют для стабилизации напряжения при изменяющимся сопротивлении нагрузки и постоянном напряжении источнике *Е*. Расчет сопротивления *Rогр* в этом случае проводится описанным методом. Если ток Iн меняется от минимального значения *Iнmin*, соответствующего *Rнmax*, до максимального значения *Iнmax*, соответствующего *Rнmin*, то

*Rогр=(E-Uст)/(Iст+Iн ст)*,

где *Iст* – средний ток стабилитрона, а *Iн ст* – средний ток нагрузки.

*Iн ст=0,5(Iн min+ Iн max)*.

В этом режиме общий ток перераспределяется между стабилитроном и нагрузкой. Например, если ток нагрузки возрастает, то ток стабилитрона почти на столько же уменьшается, а напряжение *Uст* и общий ток почти постоянны. Следовательно, и падение напряжения на ограничительном резисторе *Rогр* изменяется незначительно. Так и должно быть, поскольку *Uст+UR=E=const*.

Конечно, стабилизация возможна при токе стабилитрона в пределах от *Imin* до *Imax*. Изменение тока нагрузки не должно превышать наибольшее значение стабилитрона, т. е. Условием стабилизации является неравенство

*Iн max-Iн min≤ Imax-Imin*.

Стабилитрон имеет различное внутреннее сопротивление постоянному и переменному току. Кроме того, значение *R0* в зависимости от тока меняется от единиц до десятков килоом. Например, у стабилитрона, имеющего *Uст*=150 В, *Imax*=30 мА и *Imin*=5 мА, сопротивление *R0* меняется от 5 до 60 кОм. А внутреннее сопротивление переменному току Ri значительно меньше. Пусть, например, для того же стабилитрона при изменении тока от 5 до 30 мА напряжение *Uст* меняется на 2,5 В. Тогда

*Ri=∆Uст/∆I*=2,5/25=0,1 кОм

Для переменного тока стабилитрон эквивалентен конденсатору большой емкости (при частоте 50 Гц сопротивление 0,1 кОм соответствует емкости 32 мкФ). Поэтому в выпрямителях стабилитроны обеспечивают дополнительное сглаживание пульсаций.

**Литература**

И. П. Жеребцов «Основы электроники», Л.: Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1989 г.