

Рис. 2-37. Конструктивное исполнение металлокерамического стабилизатора.

1 — керамическое тело; 2 — катод из молибдена; 3 — молибденовый анод; 4 — защитная трубка (спинголь); 5 — нагреватель; 6 — защитный кожух; 7 — катодный вывод.

стабилизатор обладает повышенной механической и термической прочностью.

Вибропрочность стеклянных стабилизаторов сохраняется вплоть до частот колебаний 2 000 Гц и при ускоряющих воздействиях, достигающих сотен метров на секунду в квадрате (десятикратных значений земного

ускорения свободного падения). Ударная прочность стеклянных стабилизаторов проверяется при воздействии до 4 000 ударов при ускорении 1 000—1 500 м/с². Вибропрочность приборов с металлокерамической оболочкой сохраняется при ускоряющем воздействии до 1 500 м/с² в диапазоне частот от 5 до 25 кГц. Ударные усилия, выдерживаемые металлокерамическими приборами, достигают значений до 10 000 ударов с ускоряющим воздействием до 1 500 м/с².

Конструктивное исполнение стеклянных стабилизаторов иллюстрировалось разрезом одного из них (тип СГ20Г), приведенным на рис. 2-30,а. Конструктивное исполнение металлокерамического стабилизатора иллюстрируется разрезом на рис. 2-37.

Наряду с более высокой механической и термической прочностью металлокерамические стабилизаторы отличаются также более высокой надежностью и большей долговечностью [Л. 41].

Гарантированная долговечность металлокерамических стабилизаторов может достигать 5 000—10 000 ч, что в 2—10 раз превышает гарантируемую долговечность стеклянных стабилизаторов.

2-12. ВЕНТИЛИ (ГАЗОТРОНЫ) ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА

Электрическими вентилями называют приборы, пропускающие ток при питании их переменным напряжением в одном либо преимущественно в одном направлении.

Простейшая цепь, содержащая вентиль B и нагрузочное сопротивление R_n , представлена на рис. 2-38, а. Прямой ток i_a проходит через вентиль в ту часть периода, когда анод вентиля положительнее по отношению к его катоду (рис. 2-38, б). Прямому напряжению и току отвечает проводящее направление в вентиле.

При противоположной полярности, когда анод отрицательнее по отношению к катоду (обратное напряжение) (рис. 2-38, в и г), тока в приборе либо вовсе нет, либо есть очень небольшой обратный ток i_b . Ему соответствуют

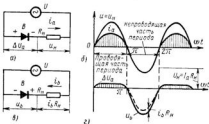


Рис. 2-38. Распределение напряжения по элементам цепи, содержащей вентиль, при прямом (а) и обратном напряжениях (б) и диаграммы напряжения в цепи (в) и на вентиле (г).

непроводящее направление в вентиле и непроводящая часть периода.

Одна, обычно большая часть из подводимого к цепи положительного напряжения воспринимается в проводящую часть периода нагрузочным сопротивлением $u_n = i_a R_n$, а другая (меньшая) часть ΔU_a терится в вентиле, составляя его внутреннее падение напряжения (рис. 2-38, г).

В непроводящую часть периода, когда через вентиль проходит (притом только в начальную часть полупериода) весьма небольшой обратный ток i_b , почти все (отрицательное по знаку) напряжение источника питания u_b воспринимается вентилем, так как $i_b R_n$ в этом режиме очень мало (рис. 2-38, г).

Для того чтобы вентиль в наиболее полной степени удовлетворял своему назначению, его внутреннее падение

напряжения в проводящую часть периода (среднее значение) ΔU_a должно быть возможно меньшим. Чем оно меньше, тем электрическая мощность $\Delta P = \Delta U_a I_a$, переходящая в прибор в тепло, меньше. Это позволяет ограничить габариты прибора и получить более высокий к. п. д. вентиля. Последний может быть найден из равенства [Л. 33]

$$\eta = \frac{U_a}{U_a + \Delta U_a}. \quad (2-29)$$

Из (2-29) следует, что вентиля тлеющего разряда, у которых внутреннее падение напряжения ΔU_a лежит обычно в пределах от 80 до 150 В, не могут обеспечить в области малых значений U_a высокого к. п. д. Этим, главным образом, объясняется то, что приборы тлеющего разряда в диапазоне низких напряжений почти не применяются.

С переходом к более высоким значениям питающих напряжений (порядка нескольких киловольт) к. п. д. вентиля при том же значении ΔU_a достигает 90% и более. В этом случае в тех специальных устройствах, в которых существенное значение имеет использование тех преимуществ, которыми обладают приборы тлеющего разряда, а именно: а) малая зависимость режима работы от температуры окружающей среды; б) устойчивость против воздействия космических излучений; в) возможность проведения по световому излучению визуального контроля за работой электрических цепей, они находят себе применение.

Основной проблемой, которая решается при создании таких вентиляей, является обеспечение высокой пробивной прочности прибора в непроводящую часть периода, когда к нему приложено отрицательное напряжение, а также получение небольшого прямого падения напряжения при горении разряда.

Конструктивный разрез одного из вариантов выполнения высоковольтного вентиля тлеющего разряда на напряжение 6—7 кВ и среднее значение тока $I_a = 50$ мА (тип ГХ-2К) иллюстрирует рис. 2-39,а [Л. 42].

Оболочка прибора изготовлена из керамики, снабженной с металлической крышкой (металлокерамический корпус). В корпусе расположен молибденовый катод 1 цилиндрической формы. Диаметр катода выбирается по соображе-

ниям обеспечения требующейся рабочей поверхности для заданного тока в режиме нормального тлеющего разряда. В верхней части прибора, изолированно от металлической крышки 2, размещен анодный узел, состоящий из тонкого молибденового стержня 3, нижний торец которого выполняет функции приемной поверхности анода, стеклянного изолятора 4 и металлического патрубка 5, связывающего металлическую крышку корпуса со спаянным с ним стеклянным изолятором.

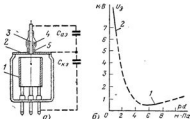


Рис. 2-39. Структурная схема металлокерамического вентиля тлеющего разряда (а) и его характеристика зажигания (б).

Металлическая крышка, имеющая небольшое центральное отверстие, выполняет функции диафрагмы (экрана), отделяющей анодную область (камеру) от катодной.

При приложении напряжения к прибору (независимо от полярности) оно до зажигания разряда распределяется между камерами обратно пропорционально внутренним емкостям: емкости анод—экран C_a и емкости катод—экран C_k . При одинаковых примерно значениях этих емкостей приложенное напряжение делится поровну между камерами.

При прямой полярности напряжения, когда аноду сообщается положительный потенциал по отношению к катоду, разряд зажигается уже при относительно небольших значениях прямого напряжения, поскольку значения $p \cdot d$ в катодной камере отвечают условиям зажигания на правой ветви кривой Пашена (участок I на рис. 2-39, б), где напряжения зажигания относительно малы. При этом

зажигание разряда проходит через две стадии: вначале зажигается разряд в катодной камере (между нижней частью внутренней поверхности катода и крышкой), и ток приходит к анодному выводу через емкость $C_{аа'}$, а затем после диффузии достаточного количества зарядов через отверстие в экране разряд развивается и в анодной камере.

Переход от первого этапа ко второму совершается тем быстрее, чем выше скорость нарастания тока на первой стадии развития разряда. Форсирование тока на первом этапе может быть достигнуто присоединением к аноду параллельно анодной камере конденсатора либо резистора.

Уровень напряжения, при котором зажигается прямой разряд, не превышает в данном приборе 1 кВ.

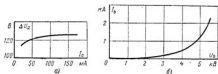


Рис. 2-40. Кривая падения напряжения в проводящую часть периода (а) и кривая обратного тока в непроводящую часть периода (б).

При обратной полярности напряжения, когда отрицательный потенциал сообщается аноду, выполняющему функции катода, первая стадия развития разряда имеет место в анодной камере и происходит при большем значении напряжения, так как значение $p \cdot d$ здесь мало (участок 2 на рис. 2-39, б). Однако и после пробоя диффузия зарядов из анодной камеры в катодную (необходимая для формирования второй стадии разряда) несколько более затруднена вследствие узости каналов в анодной камере, что приводит к оседанию значительного количества зарядов на стенках, где электроны и ионы рекомбинируют между собой.

Достаточно высокие значения обратного напряжения достигаются в приборе не только благодаря выбору оптимальных геометрических размеров электродов и междуэлектродных расстояний, но и выбором в качестве газонаполнителя гелия. Наряду с высоким пробивным напряжением преимущество гелия заключается также в меньшей распыляемости материала катода.

Давление гелия выбирается в пределах $(16 \cdot 20) \cdot 10^2$ Па (12—15 мм рт.ст.) с тем, чтобы иметь необходимый запас для создания высокой долговечности прибора, при учете относительно более интенсивного поглощения гелия стенками. Верхняя граница по давлению ограничивается требующимся пробивным напряжением, которое должно быть выше, чем $U_{b \text{ макс}}$ (рис. 2-38,с).

Напряжение горения прямого разряда в рассматриваемом приборе U_r не превосходит 150 В, как это видно из приведенной на рис. 2-40,а прямой ветви вольт-амперной характеристики, что достигается благодаря тому, что разряд удерживается в границах нормального тлеющего разряда.

Обратный ток в приборе не превышает 2 мА при максимальном значении обратного напряжения 5—6 кВ, как это видно из обратной ветви вольт-амперной характеристики на рис. 2-40,б. Это соответствует режиму горения аномального тлеющего разряда.

Другая модификация высоковольтного вентили, но со стеклянной оболочкой (тип ГХ1С) примерно на те же электрические параметры была разработана ранее [Л.44].

Электрические параметры обоих типов вентилях приведены в табл. 2-10.



Рис. 2-41. Наружный вид металлокерамического высоковольтного вентиля тлеющего разряда.

Таблица 2-10

Электрические параметры промышленных типов вентилях тлеющего разряда

Тип	$U_{b \text{ макс}}$, В	$I_{a \text{ макс}}$, мА	U_r , В	U_r , В	I_{ϕ} , мА	Долговечность, ч
ГХ1С (со стеклянной оболочкой)	5 500	50	$\leq 1 000$	≤ 150	3,0	1 200
ГХ-2К (с керамической оболочкой)	6 000	50	$\leq 1 600$	≤ 150	8,0 при $U_r = 4$ кВ	5 000

Кроме большей механической прочности, металлокерамические вентили обеспечивают также более длительную работу и при том при более высоких температурах окружающей среды (до 300 °C).

Наружный вид металлокерамического вентиля типа ГХ-2К показывает фотография, приведенная на рис. 2-41.

2-13. ТИРАТРОНЫ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА

а) Устройство и управление открыванием тиратрона

В простейшем исполнении тиратрон тлеющего разряда представляет собой заполненный инертным газом трехэлектродный прибор (рис. 2-42, а), содержащий, кроме двух основных электродов: катода K и анода A , еще третий вспомогательный электрод, выполняющий функции органа управления, сетку C .

Сетка изготавливается обычно в виде диафрагмы с центральным отверстием либо в виде соединенных между собой никелевых скоб с прямоугольной щелью между ними. Через отверстие (щель) проходят в процессе развития разряда электроны из катодной области в анодную и ионы в противоположном направлении.

Сетка как орган управления обладает в ионных приборах способностью только открывать тиратрон в требуемый момент времени, давая возможность развиваться в нем разряду, но прекращать разряд по указанным ниже причинам она не может.

До подачи на сетку управляющего сигнала u_c (рис. 2-42, б) прибор заперт по основному каналу анод—катод, хотя прямое напряжение между анодом и катодом к прибору приложено (рис. 2-42, в). Уровень этого напряжения E_a (напряжение питания) выбирается таким, при котором самостоятельное развитие разряда в основном промежутке (без участия поля сетки) произойти не может ($U_{30} > E_a$). Лишь после подачи положительного потенциала на сетку u_c (по отношению к катоду) в сеточной цепи появляется сеточный ток i_c (рис. 2-42, г), в связи с чем напряжение зажигания основного разряда снижается до U_{31} (рис. 2-42, в). Снижение напряжения зажигания от U_{30} до U_{31} объясняется тем, что заряды, диффундирующие из плазмы сеточного разряда, являющейся каналом для сеточного тока, проникают через отверстие сетки C в преданодную область,