

ЗАЩИТА КАТОДА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РАЗБОРНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРАХ

Г. В. Гриша

Х а р ь к о в

В разборных конструкциях электронных приборов не применяется оксидный катод, так как соприкасаясь с атмосферным воздухом при демонтаже прибора он теряет свою эффективность. Применение вместо оксидного катода катодов других типов не всегда возможно, поскольку они имеют меньшую эффективность.

Существующие способы предохранения оксидного катода в разборных конструкциях состоят в том, что катодную часть прибора отсоединяют от остальной части краном и содержат в вакууме не хуже 10^{-3} тор. Однако такой способ не всегда можно применить и он не очень надежен — даже при совершенных уплотнениях вакуум может за сравнительно короткое время настолько ухудшиться, что оксидный катод потеряет эффективность. Ниже описывается метод многократного использования оксидного катода в разборных конструкциях и приводится схема устройства, использующего этот метод.

Для изолирования катода 1 (см. рисунок) прибора 4 от соприкосновения с атмосферным воздухом перекрывается вакуумный клапан 2, прекращается откачка и одновременно через кран 3 впускается инертный газ более тяжелый, чем воздух (например, аргон) в ту часть прибора, где находится катод. При этом катод должен быть расположен внизу прибора.

После того как давление инертного газа станет равным или несколько более атмосферного (что может быть измерено манометром, не показанным на рисунке), перекрывается кран накателя 3. После этого для проведения монтажных работ вскрывается та часть прибора 4, которая отделена от катода 1 вакуумным клапаном 2. Так как воздух легче применяемого инертного газа, то диффузия первого во второй будет сильно замедлена, что позволит продолжительное время сохранять оксидный катод в инертной атмосфере. При повторном использовании катода производится откачка прибора, после чего открывается вакуумплотный клапан 2.

Так как натекание атмосферного воздуха к катоду будет происходить не за счет разности давлений, как это имеет место при нахождении катода в вакууме, а за счет диффузии, то катод может сохраниться дольше, чем при содержании его в разреженной атмосфере. Кроме того, в нашем случае не предъявляется жестких требований к уплотняющим устройствам. Поясним сказанное расчетом.

Как известно, количество газа $M_{\text{дифф}}$, которое при самодиффузии за единицу времени диффундирует через поверхность S при градиенте плотности dp/dz , описывается выражением

$$M_{\text{дифф}} = D(dp/dz)S, \quad (1)$$

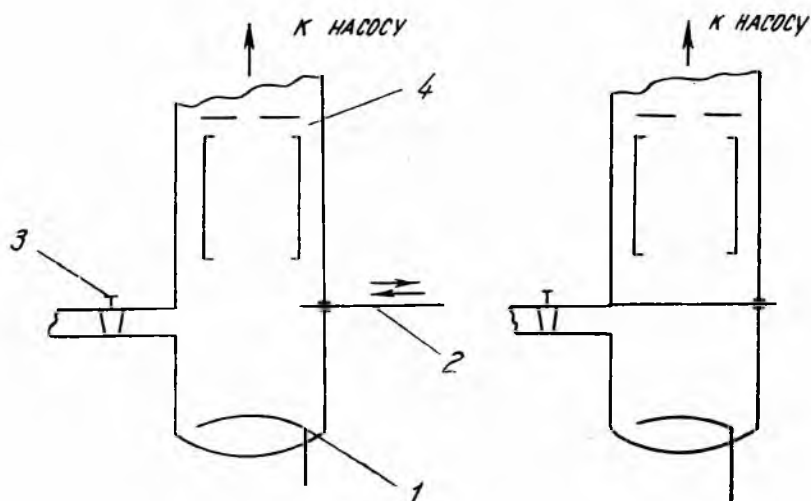
где D — коэффициент самодиффузии, равный

$$D = 1/3\lambda\bar{V}. \quad (2)$$

Здесь λ — длина свободного пробега молекул газа,

$\bar{V}$ — средняя арифметическая скорость;

$$\bar{V} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}. \quad (3)$$



Количество газа M_k , протекающее в единицу времени через капилляр d длиной l под действием разности давлений $p_1 - p_2$, может быть выражено соотношением

$$M_k = \frac{d^3}{3l} \sqrt{\frac{\pi\mu}{2RT}} (p_1 - p_2), \quad (4)$$

где μ — молекулярный вес газа;

R — газовая постоянная;

T — абсолютная температура.

Таким образом, механизм проникновения воздуха из атмосферы к катоду, когда катод находится в атмосфере инертного газа, описывается формулой (1), а когда катод находится в разреженной атмосфере — формулой (4). Проанализируем эти формулы, учитывая, что $p_1 = p_{\text{ам}}$ ($p_{\text{ам}}$ — давление атмосферы) и $p_1 \gg p_2$ (p_2 — давление газа у катода). Обозначив концентрацию молекул газа в атмосфере $n_{\text{ам}}$ и диаметр капилляра d , перепишем выражения (1) и (4) в виде

$$M_{\text{дифф}} = \frac{1}{3} \lambda \frac{\sqrt{8RT}}{\sqrt{\pi\mu}} m \left(\frac{dn}{dz} \right) \frac{\pi d^2}{4}; \quad (5)$$

$$M_k = \frac{d^3}{3l} \frac{\sqrt{\pi\mu}}{\sqrt{2RT}} n_{\text{ам}} \frac{R}{N_0} T. \quad (6)$$

Беря отношение $M_k/M_{\text{дифф}}$ и учитывая, что $N_0 m = \mu$, имеем

$$\frac{M_k}{M_{\text{дифф}}} = \frac{d}{l} \frac{n_{am}}{\lambda \left(\frac{dn}{dz} \right)}. \quad (7)$$

Допуская, что распределение концентрации молекул по длине капилляра подчиняется линейному закону, получим

$$\frac{dn}{dz} \approx \frac{n_{am} - n_{\text{кат}}}{l} \approx \frac{n_{am}}{l}, \quad (8)$$

так как $n_{am} \gg n_{\text{кат}}$. Учитывая (8), выражение (7) примет вид

$$\frac{M_k}{M_{\text{дифф}}} = \frac{d}{\lambda}. \quad (9)$$

Длина свободного пробега молекул при атмосферном давлении равна 0,1 мк, а диаметр капилляра — порядка единиц-десятка микрон. Таким образом, из формулы (9) следует, что скорость проникновения воздуха из атмосферы к катоду при заполнении объема инертным газом будет на несколько порядков меньше, чем в случае, когда катод находится в вакууме.

При сравнении скорости натекания атмосферного воздуха в объем, занимаемый катодом, когда последний содержится в вакууме и в среде инертного газа, был сделан анализ для однородного газа. В действительности, объем заполняется более тяжелым газом, чем воздух. В этом случае коэффициент диффузии одного газа в другой будет меньше, чем коэффициент самодиффузии воздуха, что еще в большей мере уменьшит натекание воздуха в объем, заполненный аргоном.

Экспериментально метод проверялся на оксидном катоде серийного прибора; применялся аргон чистый марки А. Многократный демонтаж прибора и длительное пребывание катода в атмосфере аргона не привело к заметному уменьшению тока катода. Объем, занимаемый катодом, перекрывался от сообщения с атмосферой пришлифованной заслонкой.