

тока, получаемого от трансформатора, чаще всего служат электровакуумные трубки особого устройства — *кенотроны*. Кенотрон представляет собой откачанную до крайних пределов разрежения трубку с накаливаемым катодом. Катодом кенотрона служит накаливаемая посторонним током вольфрамовая спираль, анодом служит танталовый кружок или шарик. Прохождение тока через такую трубку обусловлено эмиссией электронов от раскаленного катода к аноду; если анод не нагреет, то в обратном направлении ток проходить не может. Ток не проходит в обратном направлении даже при напряжении в сотни тысяч вольт. (Подробнее о кенотронах сказано в следующем параграфе.)

На рис. 189 показана простейшая схема питания рентгеновой трубки током. На схеме: 1 — трансформатор высокого напряжения, 2 и 3 — трансформаторы накала рентгеновой трубки и кенотронов, *R* — рентгенова трубка.

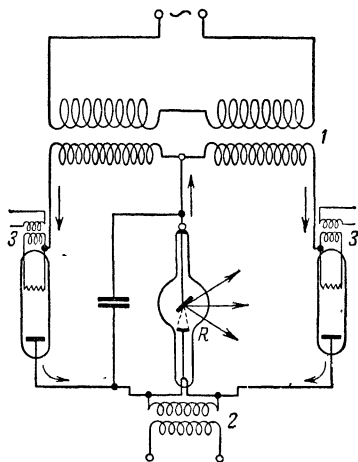


Рис. 189. Схема рентгеновой установки.

В медицине применяют для диагностики рентгеновы трубки на напряжения около 60 000 в при величине тока от 10 до 400 ма (величину тока соразмеряют со временем просвечивания; когда пользуются током 200—400 ма, то производят включения только на 5—10 сек.). В технике пользуются установками и трубками двух типов: на большие напряжения до 250 000 в и на сравнительно малые напряжения 30 000—80 000 в.

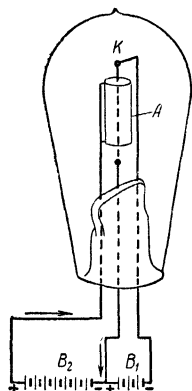


Рис. 190. Схема диода.

§ 52. Пустотные выпрямители тока (диоды, кенотроны)

Как уже упоминалось, на использовании термоэлектронной эмиссии основано устройство важнейшей части радиотехнической аппаратуры — *электронной лампы*. Схема простой *двухэлектродной* электронной лампы — пустотного выпрямителя тока — показана на рис. 190. Внутри стеклянного баллона, из которого воздух тщательно удален, находятся два электрода. Один из этих электродов (нить *K*) выполнен в виде металлической проволоочки, накаливаемой

электрическим током от низковольтного трансформатора накала или же от батареи B_1 (часто применяется подогревный катод, рис. 187, стр. 250). Второй электрод — металлический цилиндр A — охватывает первый.

Электрод K окружен пространственным отрицательным зарядом — электронным облаком. Число электронов в этом электронном облаке увеличивается при повышении температуры нити (§ 50); теряя электроны, электрод K заряжается положительно. Если этот электрод заземлить и сообщить второму электроду, цилиндру A , некоторый положительный заряд $+Q$, то электроны пространственного заряда будут притягиваться положительным зарядом; известная часть электронов, заряд которой численно равен Q , устремится от K к цилиндру A . Это движение электронов будет продолжаться до тех пор, пока заряд $+Q$ не будет полностью нейтрализован.

Если постоянно возобновлять положительный заряд на цилиндре A и, с другой стороны, пополнять убыль электронов в K (для этого нужно подключить к электродам источник достаточно высокого постоянного напряжения, например аккумуляторную батарею B_2), то внутри лампы установится постоянный ток электронов от K к цилиндру A и в цепи источника напряжения (через батарею B_2) будет идти постоянный электрический ток.

От чего зависит количество электронов, пробегающих в единицу времени путь между анодом и катодом? Очевидно, что число электронов, увлекаемых анодом A , пропорционально заряду, который ему сообщен. Если между нитью и анодом приложено напряжение V , то этот заряд равен

$$Q = CV,$$

где C — емкость между нитью и анодом, которые образуют цилиндрический конденсатор. Следовательно, количество увлекаемых электронов зависит от расположения и размеров анода и от приложенного к нему напряжения.

Чем ближе поверхность анода к нити, тем больше емкость C и тем больше влияние анода на электроны пространственного заряда. Чем выше напряжение, приложенное между нитью и анодом, тем больше количество увлекаемых электронов; следовательно, ток в анодной цепи электронной лампы будет возрастать при увеличении напряжения V . Однако это возрастание тока в цепи анода при увеличении напряжения является ограниченным. В самом деле, оно может продолжаться только до тех пор, пока имеется запас электронов в пространственном заряде (рис. 191).

Предельный ток называют *током насыщения* электронной лампы. Нужно, однако, заметить, что пространственный заряд при этом не исчезает и кривая распределения потенциала остается криволинейной. При отсутствии зарядов между анодом и нитью распределение

потенциала подчинялось бы прямолинейному закону. Практически полное уничтожение пространственного заряда наступает лишь при очень больших анодных напряжениях.

Напряжение, при котором устанавливается ток насыщения, зависит от емкости между нитью и анодом: чем меньше емкость, т. е. чем дальше поверхность анода от нити, тем большее напряжение необходимо для достижения тока насыщения.

На рис. 192 графически представлена зависимость тока в анодной цепи от напряжения, приложенного между анодом и нитью. Такие графики обычно называются *характеристиками лампы*. На рис.

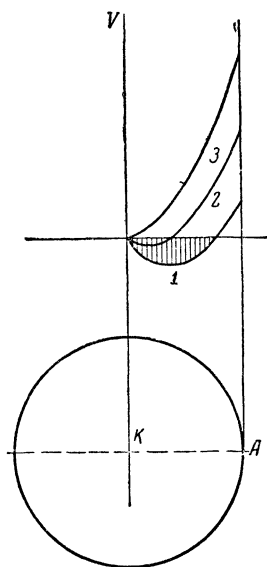


Рис. 191. Распределение потенциала в электронной лампе при малом анодном напряжении (1) и при увеличении напряжения между анодом и нитью (2, 3).

192 приведены характеристики двухэлектродной лампы для разных температур катода. Как видим, для более высоких температур ток насыщения получается большим. Характеристика лампы на значительном участке близка к прямой линии. Иногда, идеализируя, ее принимают за прямолинейную от нуля и до тока насыщения.

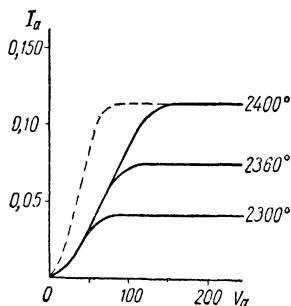


Рис. 192. Характеристики двухэлектродной лампы с вольфрамовой нитью для различных температур нити.

Поступая так, мы предполагаем, что в области положительных напряжений на аноде вплоть до тока насыщения лампа ведет себя, как обычный проводник, подчиняющийся закону Ома, т. е. ток через лампу пропорционален приложенному к ней напряжению:

$$I_a = \frac{V_a}{R_i}. \quad (3)$$

Мы видим, что лампу можно характеризовать определенным, ей присущим сопротивлением, так называемым *внутренним сопротивлением лампы*. Очевидно, чем круче идет характеристика лампы,

тем меньше внутреннее сопротивление лампы. Внутреннее сопротивление лампы и ее ток насыщения являются величинами, характеризующими двухэлектродную лампу с достаточной полнотой.

Действительная характеристика лампы не прямолинейна; тем не менее сохраняют представление о внутреннем сопротивлении лампы, но определяют эту величину, дифференцируя выражение закона Ома (3) в предположении, что хотя бы для относительно небольшого участка характеристики $R_i = \text{const}$:

$$R_i = \frac{dV_a}{dI_a}. \quad (4)$$

Таким образом, *дифференциальным внутренним сопротивлением лампы* называют отношение дифференциально малого прироста анодного напряжения к тому приросту тока в лампе, который вызывается этим увеличением анодного напряжения.

Начальные участки характеристик двухэлектродной лампы для разных температур, как показывает рис. 192, совпадают. Здесь характеристика является наиболее криволинейной. В этой области сравнительно малых напряжений между анодом и катодом зависимость тока от напряжения определяется законом Б о г у с л а в с к о г о — Л е н г м ю р а:

$$I_a = KV_a^{\frac{3}{2}}. \quad (5)$$

Здесь K — константа, характеризующая размеры и форму электродов и не зависящая от температуры катода.

На рис. 192 пунктиром представлена характеристика лампы, имеющей большую емкость C , т. е. такой лампы, у которой анод расположен ближе к нити. Ток насыщения для такой лампы достигается при меньших значениях напряжения и характеристика ее идет круче.

Что получится, если мы сообщим аноду не положительный заряд, а отрицательный, например приложим обратное напряжение между электродами, переменяв полюсы батареи? Очевидно, что в этом случае тока не будет, так как электроны не будут увлекаться к цилиндру A . Следовательно, электронная лампа обладает односторонней (*униполярной*) проводимостью и может служить для выпрямления тока. Такие лампы, предназначенные для выпрямления тока, получаемого от трансформатора или от динамо-машин переменного тока, как уже упоминалось в предыдущем параграфе, называют *кеноotronами*; двухэлектродные лампы, применяемые в радиоприемниках для выпрямления высокочастотных токов, носят название *диодных детекторов*.