

СХЕМА ВЫРАВНИВАНИЯ ЭМИССИИ В СЕКЦИОНИРОВАННЫХ КАТОДАХ ДЛЯ СИЛЬНОТОЧНЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ

Ю. И. ТЕРЕНТЬЕВ

Проблема разработки ускорителей на большие токи связана с созданием катодов косвенного подогрева большой поверхности.

Наиболее легко и технически целесообразно такие катоды выполнять из отдельных секций. Однако в этом случае необходимо обеспечить равенство токов эмиссии со всех секций катода и стабилизировать их при изменениях напряжения накала, эмиссионной способности катода, вакуума и т. д.

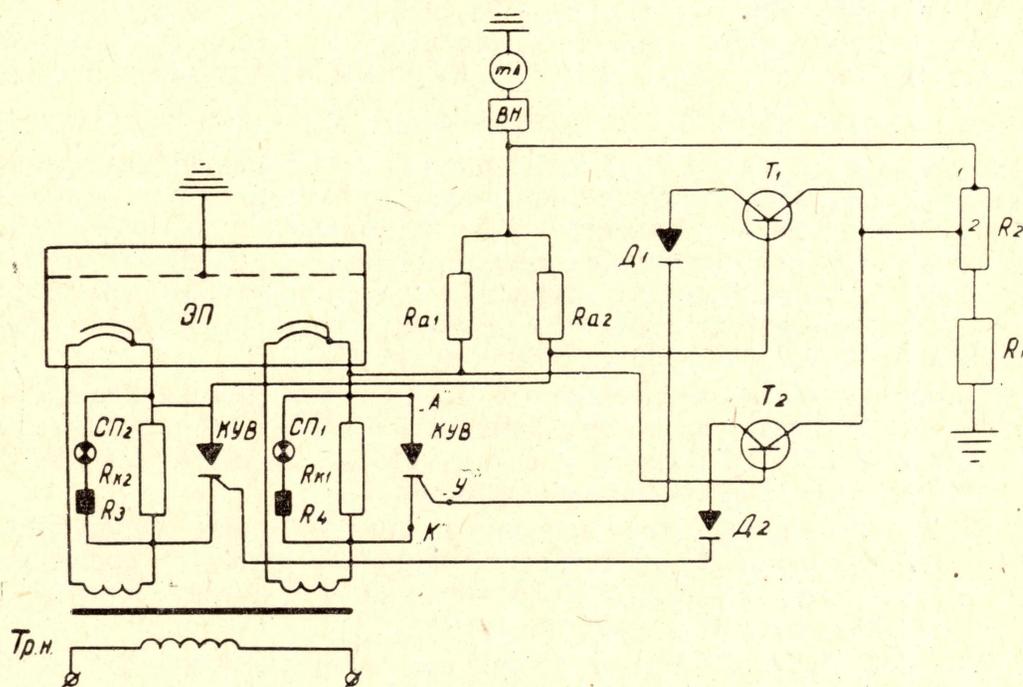


Рис. 1. Схема выравнивания плотности тока в электронных пучках большой мощности.

ЭП — электронная пушка с катодом из двух секций, КУВ — кремниевый управляемый вентиль, T_i — усилительные триоды, ВН — источник высокого напряжения, Тр. н. — накальный трансформатор, $СЛ_i$ — сигнальные лампы

В соответствии с указанными требованиями нами разработана схема стабилизации тока с каждой секции катода, представленная на рис. 1.

В цепь питания каждой секции подогревателя введено сопротивление R_{ki} , его величина рассчитывается так, чтобы при всех возможных разбросах сопротивлений спиралей, а также при замыкании допустимого числа витков в спирали ток эмиссии не превышал номинального значения.

Параллельно сопротивлению R_{ki} включен кремниевый управляемый вентиль — КУВ.

Напряжение вторичных обмоток трансформатора накала (Тр. н.) принимается достаточным для поддержания неизменными токов эмиссии при снижении эмиссионной способности, понижении вакуума или уменьшении напряжения накала в момент работы КУВа с наибольшим временем открытия.

Для возможности нормальной работы схемы между точками 1—2 задающего потенциометра R_2 устанавливается падение напряжения, равное падению напряжения на сопротивлении R_{ai} , когда через него протекает ток, равный номинальному значению тока эмиссии одной секции катода.

При включении накала и подаче на ускоритель высокого напряжения на сопротивлении R_{ai} будет выделяться напряжение $U_{R_{ai}} < U_{1-2}$, так как КУВ закрыт, и сопротивление R_{ki} полностью введено в цепь накала. Вследствие этого на триоде T_i появляется сигнал рассогласования $\Delta U = U_{1-2} - U_{R_{ai}}$, уменьшающий сопротивление на участке „эмиттер-коллектор“ триода. Через управляющую цепь КУВа начинает протекать ток по цепи „+“ R_{ki}, R_a , участок 1—2 сопротивления R_2 , „эмиттер-коллектор“ T_i , диод D_i , управляющий электрод „у“, катод „К“, „—“ R_{ki} . КУВ открывается и шунтирует сопротивление R_{ki} . Ток накала I_n секции при этом становится больше номинального значения $I_{н.н.}$. С увеличением тока накала растет температура катода и его эмиссионная способность. Когда ток эмиссии $I_э$ сравняется с его номинальным $I_{эн}$ значением, напряжение рассогласования на триоде исчезает, и КУВ закроется. Ток накала уменьшится до первоначальной величины, вызывая понижение температуры катода и тока эмиссии — на триоде снова появится ΔU — КУВ откроется вторично и т. д.

С появлением возмущающего воздействия (понижение эмиссии, ухудшение вакуума и пр.) изменится соответственно длительность включения КУВа (рис. 2) с тем, чтобы значения $I_э$ (рис. 3) по-прежнему находилось вблизи значения $I_{эн}$.

Применение в качестве источника питания цепи управления КУВа сопротивления R_k значительно упрощает схему и предохраняет ее от протекания балластного тока, так как после открывания КУВа сопротивление R_k шунтируется.

Диоды D предотвращают протекание через управляющие цепи КУВов токов от падений напряжений на R_k обратной полярности.

Как это видно из схемы, равенство токов эмиссии со всех секций обеспечивается общностью задающего источника (сопр. R_1, R_2).

В целях проверки эффективности рассмотренного здесь принципа стабилизации тока эмиссии была опробована схема, аналогичная рассмотренной, с применением кремниевого управляемого вентиля типа Д 235 Г, устойчивого к обратному напряжению.

Объектом стабилизации являлся ток эмиссии кенотрона типа 5Ц3С.

При искусственном изменении сопротивления накальной цепи до $\pm 0,3$ его номинального значения изменение анодного тока I_0 кенотрона во всех случаях не превышало 2—3 ма при $I_a = 250$ ма.

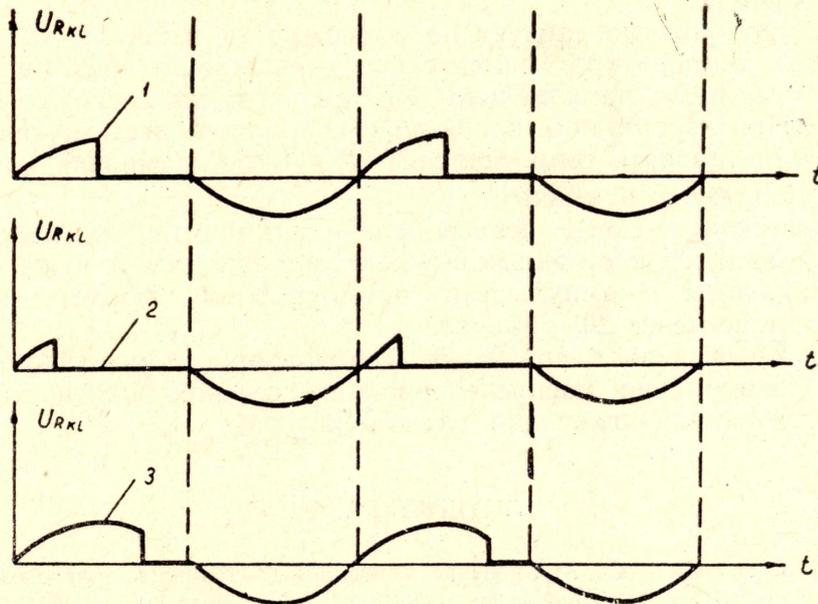


Рис. 2. Осциллограммы падения напряжения на сопротивлении R_{ki}

1 — при отсутствии возмущений; 2 — при ухудшении вакуума, падении эмиссионной способности катодных секций, напряжения накала; 3 — в случае виткового замыкания в спиралях подогревателя

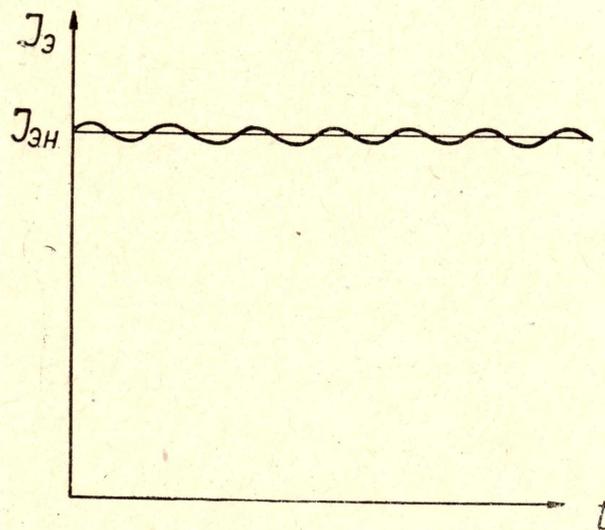


Рис. 3. Кривая стабилизированного тока эмиссии

Недостатком схемы является завышенная мощность КУВа, работающего в данном случае только при напряжении положительной полярности на нем.

С введением в цепь накала секционных подогревателей выпрямительных мостов этот недостаток отпадает, но усложняется схема.

При выходе из строя одной или нескольких спиралей подогревателя общий ток электронного пучка остается неизменным за счет автоматического увеличения токов эмиссии, оставшихся в работе секций катода. Секции разогреваются при этом до температуры, превышающей нормальную.

Подобного режима следует по возможности избегать, так как на повышенных температурах значительно сокращается срок их службы.

Для этой цели параллельно КУВам подключаются сигнальные лампочки. При перегорании какой-либо спирали соответствующий КУВ перестает шунтировать сопротивление R_{ki} , — свет лампочки из мигающего превращается в ровный.

Рассмотренную схему целесообразно применять для электронных пушек, питающихся постоянным высоким напряжением или же импульсным напряжением с импульсами прямоугольной формы, имеющих длительность не менее 20 — 30 мксек.

Схема обеспечивает получение стабилизированного электронного пучка с равномерно распределенной по сечению плотностью тока и значительно увеличивает срок службы катода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Э. С. Бровман. Сб. Применение управляемых полупроводниковых вентилях в промышленности. Изд-во Московского дома научно-технической пропаганды, 1961.
-