

по измерению в анодной цепи, приблизительно 100 мка. Интегральная чувствительность достигает 100 а/лм.

В фотоумножителях ВЭИ (тоже 13-каскадных) применены кислородно-магниевые эмиттеры. Это позволяет доводить выходной ток до 5—7 ма (причем сохраняется линейность световой характеристики), а при меньших токах обеспечивает большой срок службы фотоумножителя: порядка 15 000 часов.

Фотоэлектронные умножители дают усиление первоначального фототока в сотни тысяч и миллионы раз. Один такой прибор, напоминающий по внешнему виду радиолампу, нередко заменяет многокаскадный ламповый усилитель (например, в

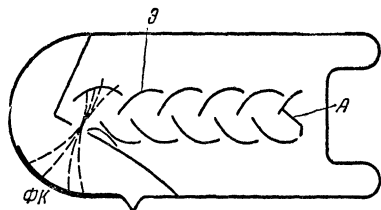


Рис. 211. Схема электронного умножителя Зворыкина ФК — фотокатод, Э — эмиттеры, А — анод.

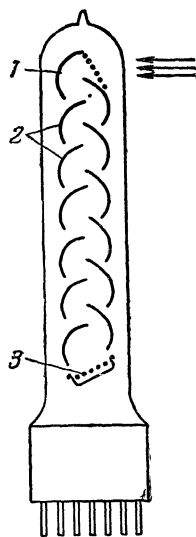


Рис. 212. Схема и вид ФЭУ-17. 1 — фотокатод, 2 — эмиттеры, 3 — анод.

звукоспроизводящей киноаппаратуре без других усилительных устройств может возбуждать громкоговоритель мощностью 3 вт).

Применяются и однокаскадные фотоумножители (например, ФЭУ-1 и ФЭУ-2), имеющие чувствительность 600—700 мка/лм; они более чувствительны и более удобны, чем газонаполненные фотоэлементы.

§ 56. Динатронный эффект. Экранированные радиолампы

Вторичная электронная эмиссия наблюдается и в радиолампах. Электроны, эмиттированные катодом, приобретают в радиолампе при высоком анодном напряжении большую скорость движения; падая на поверхность анода, эти электроны вышибают из анода вторичные электроны. При наличии дополнительных сеток, близко расположенных к аноду, электроны вторичной эмиссии, вышибленные из анода, улавливаются полем этих сеток и в радиолампе

создается обратный ток, который ухудшает характеристику радиолампы. Это явление в радиолампах называют *динаatronным эффектом*.

Динаatronный эффект особенно заметно проявляется в так называемых *экранированных лампах*. Экранированные лампы отличаются от триодов наличием дополнительной сетки, которую устраивают с двойной целью: для повышения коэффициента усиления и для увеличения устойчивости работы лампы.

Как было пояснено выше [при обосновании формулы (6)], коэффициент усиления лампы μ тем более велик, чем меньше динамическая емкость между анодом и катодом

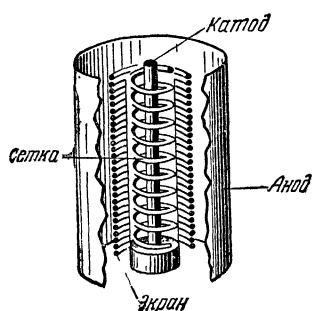


Рис. 213. Электроды и сетки экранированной лампы.

С_а в сравнении с емкостью сетка — катод С_г. Чтобы уменьшить емкость между управляющей сеткой и анодом, вблизи анода часто помещают дополнительную сетку (рис. 213), на которую подают постоянное положительное напряжение, обычно порядка 30—60% анодного напряжения. Понятно, что эта дополнительная сетка с положительным потенциалом перехватывает на себя значительную часть силовых линий, исходящих из анода, и таким образом значительно ослабляет поле анода у катода, а также и около управляющей сетки. Это сказывается на электроемкости анод—катод (и анод—управляющая сетка) так, как если бы анод был отодвинут, т. е. сильно уменьшает эти емкости. Поэтому указанный четвертый электрод лампы называют *экранирующей сеткой*. Резкое уменьшение емкости С_а, вызываемое экранирующей сеткой, приводит к значительному увеличению коэффициента усиления μ и внутреннего сопротивления R_i . Лампы с экранирующей сеткой (*экранированные лампы*, или, иначе, *тетроды*) имеют μ порядка 1000 и более и R_i порядка одного миллиона омов; крутизна их мало отличается от крутизны триодов (около 1 ма/в).

Емкость анод — управляющая сетка в экранированных лампах, предназначенных для усиления электрических колебаний высокой частоты, весьма мала (порядка сотых долей сантиметра). Это благоприятно сказывается на устойчивости работы лампы, так как при большом коэффициенте усиления емкость анод — сетка является каналом, по которому усиленные колебания передаются из анодной цепи обратно в цепь сетки, что может привести к самовозбуждению собственных колебаний в усилителе (§ 92).

Наряду с указанными важными преимуществами экранированной лампы ее существенным недостатком является резкий изгиб (провал) на некотором участке вольт-амперной характеристики лампы (рис. 214); провал характеристики вызывается динаatronным эф-

фектом.

фектом. Этот недостаток устраняют тем, что между экранной сеткой и анодом помещают еще одну сетку, соединяемую с катодом, так называемую *противодинатронную сетку*, которая отбрасывает

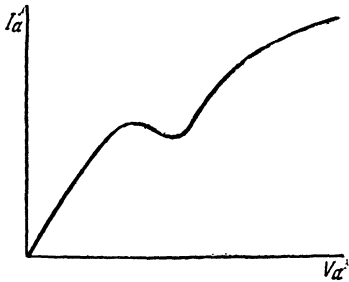


Рис. 214. Анодная характеристика экранированной лампы с провалом, который вызван обратным током вторичной электронной эмиссии.

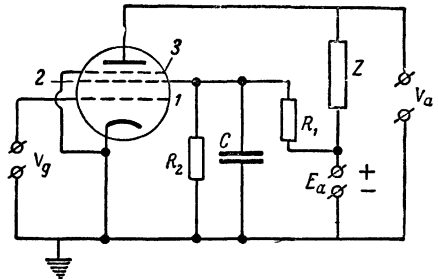


Рис. 215. Схема использования пентода для усиления электрических колебаний. I — управляющая сетка, сопротивления R_1 и R_2 образуют потенциометр, определяющий напряжение на экранной сетке 2; конденсатор C устраняет колебания этого напряжения, существующие в анодной цепи; 3 — противодинатронная сетка.

электроны вторичной эмиссии, но мало влияет на электроны основного потока, так как они подходят к этой сетке, уже имея

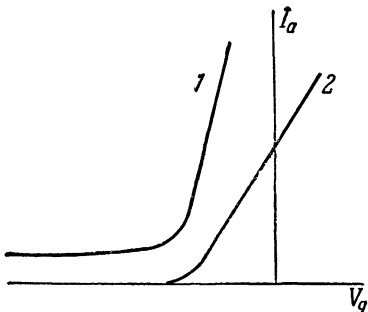


Рис. 216. Сеточные характеристики пентода вакуум (1) и пентода с управляющей сеткой равномерной густоты (2).

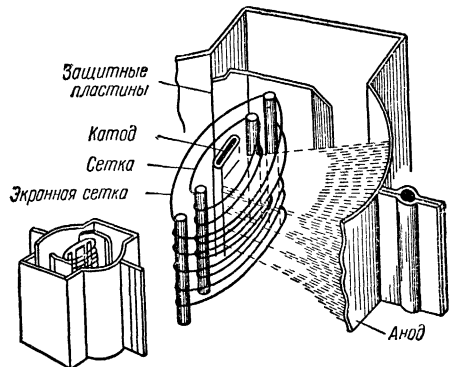


Рис. 217. Электроды в лучевом тетроде.

большие скорости, и поэтому легко пронизывают ее. Такие экранированные лампы с пятью электродами — *пентоды* — имеют широчайшее применение в радиотехнике. Схема включения пентода показана на рис. 215, где нагрузка Z может быть или обычным

анодным сопротивлением (в усилителях на сопротивлениях), или сопротивлением колебательного контура (в резонансных усилителях).

Пентоды, предназначенные для усиления колебаний высокой частоты (или, как говорят сокращенно, высокочастотные пентоды), часто устраивают с такой управляющей сеткой, которая имеет вид спирали с переменным шагом. Это не изменяет характеристики лампы в области численно малых потенциалов сетки. Но при больших отрицательных потенциалах сетки густая часть сетки не пропускает электронов, ток проходит только через редко намотанную часть спирали, и поэтому коэффициент усиления и крутизна уменьшаются (рис. 216). Такие лампы называют *варимю*¹⁾, их используют в схемах с автоматической регулировкой усиления.

В экранированных лампах, которые применяют в выходных каскадах усилителей, для устранения динаatronного эффекта вместо дополнительной сетки устраивают особые защитные пластины, которые ограничивают выход электронов к аноду так, что электронные лучи концентрируются на некоторой части поверхности анода, где создается пространственный заряд, препятствующий обратному току вторичной эмиссии (рис. 217). Такие лампы называют *лучевыми тетродами*. Их динамическая характеристика при правильном режиме оказывается почти такой же прямолинейной, как у пентодов, а внутреннее сопротивление — значительно меньшим.

¹⁾ От лат. *varia*—р а з н ы й и «мю» (μ)—обозначение коэффициента усиления.