

РАБОТА 3-10

Внимание! Все переключения в схеме проводятся при полном отключении установки от источников питания.

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ВАКУУМНОГО ТРИОДА.

Цель работы: Изучение работы и параметров вакуумного триода.

Оборудование: Радиолампа 6Н23П, переменные сопротивления, вольтметры постоянного тока на 0-15В и 0-50В, миллиамперметр постоянного тока на 0-50мА, блок питания.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

Несмотря на бурное развитие полупроводниковых приборов, вакуумные электронные лампы в ряде случаев незаменимы и в настоящее время

При помощи электронных ламп производится генерирование незатухающих колебаний, усиление, модулирование, выделение колебаний звуковой частоты и др.

Трех - электродная лампа - триод состоит из стеклянного или металлического баллона, внутри которого создан глубокий вакуум и помещены три электрода: катод с прямым или косвенным подогревом, сетка и анод (рис.1).

В современных лампах применяются две конструкции катодов. Катоды прямого накала выполняются в виде вольфрамовой нити или ленты (Н), через которую пропускается электрический ток приводящий к ее разогреву от 1000К до 2400К.. При такой температуре с поверхности нити вследствие термоэлектронной эмиссии будут излучаться электроны. Катоды с косвенным подогревом (К) состоят из вольфрамовой нити (Н), помещенной внутри никелевого цилиндра (Ц), покрытого снаружи слоем некоторых окислов. Через нить пропускается электрический ток, в результате вся конструкция разогревается, и с ее поверхности излучаются электроны. Благодаря тепловой инерции цилиндра его температура остается неизменной даже при питании нити переменным током.

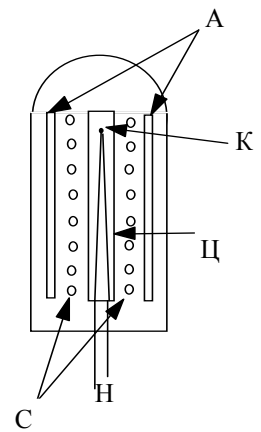


рис.1

Вокруг катода располагается проволочная спираль, получившая название сетки (С), а вокруг нее в виде цилиндра из тугоплавкого материала помещается анод лампы (А). Упрощенный разрез триода представлен на рис.1, а схематическое изображение триода - на рис.2.

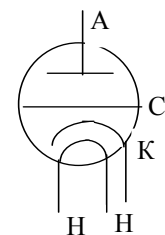


рис.2

Триод работает следующим образом. Нагретый катод лампы испускает электроны. Электрическое поле, приложенное между катодом и анодом U_a , ускоряет электроны в направлении анода и между катодом и анодом возникает электрический ток. При наличии потенциала на сетке ток между катодом и анодом будет зависеть как от потенциала анода U_a , так и от потенциала сетки U_c . Поскольку сетка ближе к катоду и частично экранирует анод, влияние потенциала анода слабее, чем влияние потенциала сетки. Полный ток с катода будет определяться некоторым результирующим или иначе управляющим напряжением U_y , которое можно задать формулой:

$$U_y = U_c + D U_a. \quad (1)$$

Здесь D - величина, зависящая от устройства лампы, причем $D < 1$. Ее значение тем меньше, чем гуще сетка и чем ближе она расположена к катоду. Эта величина получила название проницаемости сетки, а обратная ей величина

$$K = \frac{1}{D}, \quad (2)$$

называется статическим коэффициентом усиления лампы. Эта величина показывает на сколько изменится потенциал на аноде при изменении потенциала на сетке на единицу при неизменном токе на аноде $i_a = \text{const}$, т.е.

$$K = - \left(\frac{\Delta U_a}{\Delta U_c} \right)_{i_a = \text{const}}. \quad (3)$$

Знак «-» в формуле (3) учитывает тот факт, что на сетку подается отрицательный потенциал, а коэффициент усиления $K > 1$.

Итак, ток с катода, или полный ток лампы i , есть функция управляющего напряжения:

$$i = f(U_y) = f(U_c + DU_a). \quad (4)$$

В общем случае этот ток складывается из анодного и сеточного. Но т.к. сеточный ток ничтожно мал, то можно считать, что анодный ток примерно равен общему току, т.е.

$$i_a \approx i = f(U_c + DU_a). \quad (5)$$

Свойства триода можно определить измеряя зависимости анодного тока i_a для различных значений напряжения на сетке U_c при постоянном напряжении на аноде. Семейство таких кривых называется сеточными характеристиками триода. В качестве примера на рисунке 3 приведены типичные кривые сеточных характеристик. Из этих кривых

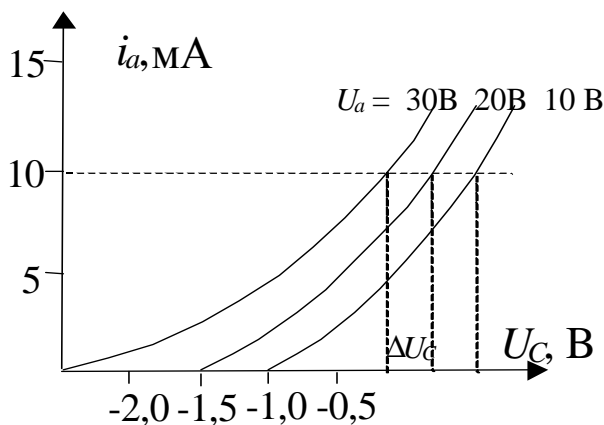


Рис. 3

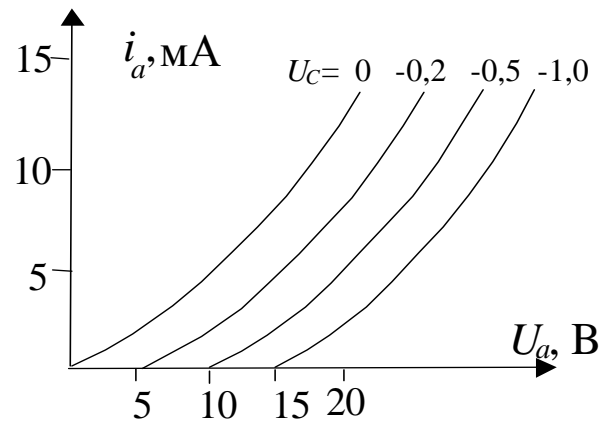


Рис. 4

видно, что одно и тоже значение анодного тока i_a можно получить при разных значениях напряжения на сетке U_c . Чем выше потенциал анода U_a , тем ниже должен быть потенциал сетки U_c для получения одного и того же тока. Величина

$$S = \left(\frac{\Delta i_a}{\Delta U_c} \right)_{U_a = \text{const}}, \quad (6)$$

характеризующая быстроту изменения анодного тока при изменении потенциала сетки при неизменном значении анодного потенциала U_a , называется **крутизной сеточной характеристики**.

Зависимости анодного тока i_a от анодного напряжения U_a при различных постоянных значениях сеточного напряжения U_c называются анодными характеристиками триода. Пример таких характеристик показан на рис.4.

Еще одной характеристикой триода является **внутреннее сопротивление**, которое определяется из выражения:

$$R_i = \left(\frac{\Delta U_a}{\Delta i_a} \right)_{U_c = \text{const}} \quad (7)$$

Если все три статических параметра лампы определены для одной и той же точки сеточной характеристики, то имеет место равенство:

$$R_i \cdot S \cdot D = \frac{R_i S}{K} = 1. \quad (8)$$

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить теорию работы, установку и порядок выполнения работы и получить у преподавателя допуск к выполнению экспериментов.
2. Собрать схему, представленную на рис.5.

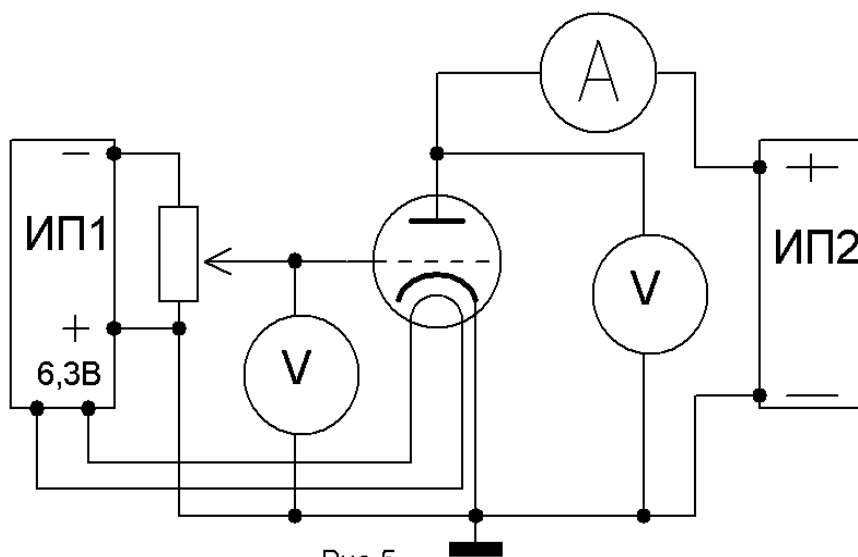


Рис.5

3. Представить собранную схему на проверку преподавателю или инженеру и после разрешения включить источники питания.

4. Снять сеточные характеристики при значениях U_c и U_a , указанных в таблице 1.

Таблица 1

U_c	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0	-1,2	-1,4	-1,6	-1,8	-2,0
i_a, mA , при $U_a=30\text{B}$											
i_a, mA , при $U_a=40\text{B}$											
i_a, mA , при $U_a=50\text{B}$											

5. Построить семейство сеточных характеристик $i_a = f(U_c)_{U_a=\text{const}}$.

6. Снять анодные характеристики при значениях U_a и U_c , представленных в таблице 2.

Таблица 2

U_a, B	20	30	40	50
i_a, mA , при $U_c=0$				
i_a, mA , при $U_c=-0,2 \text{ B}$				
i_a, mA , при $U_c=-0,4 \text{ B}$				
i_a, mA , при $U_c=-0,6 \text{ B}$				

7. Построить семейство анодных характеристик $i_a = \varphi(U_a)_{U_c=\text{const}}$.

8. Определить крутизну сеточных характеристик $S = \left(\frac{\Delta i_a}{\Delta U_c} \right)_{U_a = \text{const}}$, как тангенс углов

линейной части сеточных характеристик к оси абсцисс.

9. По анодным характеристикам в их линейной части выбираются значения ΔU_a и Δi_a при $U_c = \text{const}$ и определяется внутреннее сопротивление лампы $R_i = \left(\frac{\Delta U_a}{\Delta i_a} \right)_{U_c = \text{const}}$.

10. Определить коэффициенты усиления лампы K . Для этого на линейном участке сеточных характеристик проводится горизонтальная прямая $i_a = \text{const}$. Отрезок этой прямой между двумя смежными сеточными характеристиками даст значение ΔU_c . Разность анодных напряжений, при которых были получены эти две использованные сеточные характеристики даст значение ΔU_a . Из формулы (3) определяется K .

11. По полученным данным вычисляется значение $R_i \cdot \frac{S}{K} = A$ и определяется отклонение этой величины от 1: $\varepsilon = \frac{A-1}{1} \cdot 100\%$. Все полученные данные заносятся в таблицу 3.

Таблица 3

S	R_i	K	A	ε

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. При каких температурах возникает термоэлектронная эмиссия?
2. Почему катоды электронных приборов изготавливают из металлов с высокой температурой плавления?
3. Почему в цепи сетки лампы ток очень мал?
4. В чем различие катодов прямого и косвенного накала?

ЛИТЕРАТУРА:

1. Савельев И.В. Курс общей физики Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. -М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988.
2. Тамм И.Е. Основы теории электричества. - М.: Наука, 1976
3. Иродов И. Е. Электромагнетизм. -М.: Лаборатория базовых знаний, 2002.
4. Калашников Э.Г. Электричество. – М.:Наука, 1977.
5. Трапицын Н.Ф. Краткий курс общей физики. Ч.3. Электричество и магнетизм. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 1996
6. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики. Т.2. Электричество и магнетизм. – М.: Наука, 1974.
7. Физический практикум. Ч.2./ Под ред. В.И. Ивероновой. -М.: «Наука». -1968.

Внимание. Все переключения в схеме проводятся при полном отключении схемы от источников питания.