

**ТРИОД ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫЙ
ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ (учебный)
ТЭД**

Руководство по эксплуатации

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
ГЛАВУЧТЕХПРОМ**

ТРИОД ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫЙ ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ (УЧЕБНЫЙ) ТЭД*

Назначение

Триод электровакуумный демонстрационный предназначен для изучения устройства и принципа действия электронных ламп и для проведения лабораторных работ по физике в средней школе.

Технические данные

Электрические параметры триода:

- а) род накала — прямой;
- б) номинальное напряжение накала 6,3 В (= или ~);
- в) сила тока накала не более 3 А;
- г) напряжение анода не более 250 В (=);
- д) сила тока анода не менее 0,5 мА при потенциале на сетке до +20 В;
- е) запирающее отрицательное напряжение сетки не более 50 В.

Габаритные размеры триода со стержнем не более:
ширина 86 мм, высота 300 мм.

Масса изделия не более 250 г.

Комплект поставки

Триод электровакуумный демонстрационный	— 1 шт.
Руководство по эксплуатации	— 1 »
Коробка для упаковки	— 1 »

Устройство и работа изделия

Демонстрационная трехэлектродная лампа-триод состоит из трех электродов: катода *K*, анода *A* и сетки *C*, заваренных в стеклянный баллон *B*, из внутреннего объема которого откачен воздух до высокой степени разряжения (порядка 10^{-5} мм рт. ст.).

Лампа в разрезе представлена на рисунке 1.

На стеклянном баллоне *B* при помощи цоколевочной мастики *M* плотно укреплены два пластмассовых цоколя с контактными зажимами: сверху — анодный цоколь *AЦ* с одним контактными зажимом и снизу — катодный цоколь *KЦ* с тремя контактными зажимами. Шпильки контактных зажимов и электроды триода электрически соединены между собой медными проводниками. При этом

* Прибор изготавливается заводом «Электродело», Ленинград, пр. Майорова, 39, по ТУ 79 РСФСР 371-73.

анод выведен к верхнему контактному зажиму, нить накала — к двум спаренным контактным зажимам, а сетка к одиночному контактному зажиму катодного цоколя.

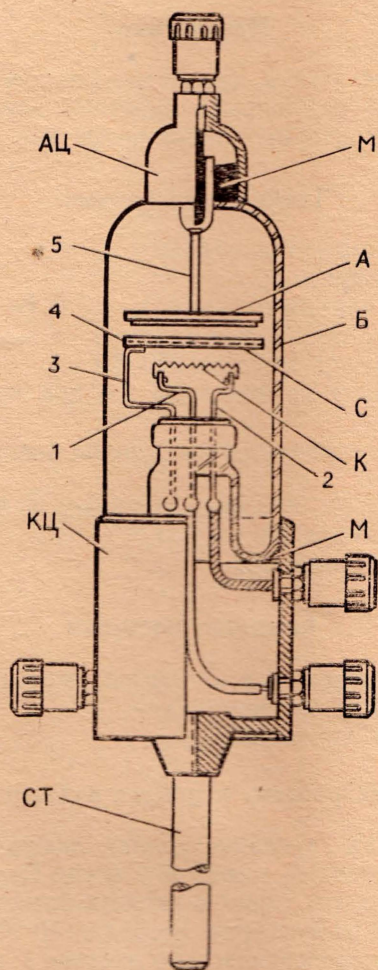


Рис. 1.

В катодном цоколе имеется осевое отверстие с внутренней резьбой для установки стержня *СТ*, посредством которого триод может быть установлен либо на оптической скамье проектора, либо в подставке.

Катод прямого накала *К* выполнен из тонкой, слегка растянутой вольфрамовой спирали, укрепленной перпендикулярно оси бал-

лона на двух молибденовых выводах 1—2. На третьем выводе 3 укреплен сетка С, обжатая в никелевой обойме 4.

Анод А представляет собой никелевый диск, приваренный к молибденовому выводу 5. Плоскости сетки и анода расположены также перпендикулярно оси стеклянного баллона.

Для получения вакуумно-плотных спаев стекла с молибденовыми выводами применено молибденовое стекло.

Для успешного проведения опытов с триодом целесообразно предварительно подготовить рабочее место. Эта подготовка заключается в том, что преподаватель заранее подбирает необходимые для применения в демонстрационных опытах основные элементы с нужными параметрами. Полезно предварительно продумать и практически проверить быстроту перехода от одной демонстрационной схеме к другой.

В составе этих схем встречаются следующие основные элементы: устройства для питания цепей накала *Бн*, цепи анода *Ба*, цепи сетки *Бс*.

Опыты проводятся наиболее стабильно, когда в качестве источников питания применяются аккумуляторные батареи. Хорошие результаты дает применение выпрямителя универсального на полупроводниках — ВУП*, позволяющего вести независимую регулировку потенциала анода и потенциала сетки.

Для питания нити накала у него имеются отдельные контактные зажимы переменного напряжения — 6,3 В. ВУП питается от сети переменного тока напряжением 127 или 220 В. Описание всех нижеприведенных опытов проведено в предположении, что в схемах применены аккумуляторные батареи. Наиболее же простыми демонстрационные установки получаются в случае применения ВУПа.

Для питания цепей анода, сетки и нити накала могут быть использованы и другие источники питания. Важно, чтобы эти источники имели следующие параметры:

Бн — источник постоянного или переменного напряжения не менее 6,3 В при силе тока не менее 3 А.

Ба — источник постоянного напряжения не менее 250 В при силе тока не менее 10 мА.

Для проведения опытов применяются следующие элементы, необходимые для составления электрических схем.

Вн — вольтметр для замера величины напряжения питания нити накала. Он должен быть рассчитан на тот вид тока, которым питается нить накала. Пределы измерения 0—10 В. Класс точности не ниже 2,5.

Ва — вольтметр для замера потенциала подаваемого на анод. Прибор постоянного тока. Пределы измерения 0—100 В. Внутреннее сопротивление не менее 100 000 Ом. Класс точности не ниже 2,5. Шкала желательна равномерная.

* Выпрямитель универсальный — ВУП — изготовляется заводом «Электродело».

- Вс* — вольтметр для замера потенциала, подаваемого на сетку. Прибор постоянного тока. Пределы измерения 0—100 В. Внутреннее сопротивление не менее 100 000 Ом. Класс точности не ниже 2,5. Шкала желательно равномерная.
- Ан* — амперметр для замера величины силы тока накала. Должен быть рассчитан на тот вид тока, которым питается нить накала. Пределы измерения от 0—5 А. Класс точности не ниже 2,5. Шкала желательно равномерная.
- Аа* — миллиамперметр или гальванометр для замера силы тока в цепи анода. Прибор постоянного тока. Пределы измерения 0—5,0 мА. Для лабораторных работ класс точности желателен не ниже 1,5. Для проведения демонстрации с успехом может быть применен школьный амперметр с гальванометром*.
- Ас* — миллиамперметр или гальванометр для замера силы тока в цепи сетки. Прибор постоянного тока. Пределы измерения 0—5 мА. Для проведения лабораторных работ класс точности желателен не ниже 1,5. При демонстрации может быть использован школьный амперметр с гальванометром.
- Рн* — реостат накала. Сопротивление 6—10 Ом, сила тока 3,0 А.
- Ра* — потенциометр сопротивлением 5—10 кОм для снятия с него напряжения и подачи его на анод.
- Рс* — потенциометр (47—100 кОм) для снятия с него потенциала на сетку.
- Пн* — выключатель питания цепи накала. Применен однополюсный рубильник на разрыв тока до 5 А.
- Пс* — переключатель двухполюсный для изменения полярности подаваемого на сетку потенциала.

Прочие детали

- а) Подставка для установки триода.
- б) Шаровой кондуктор на изолирующем штативе.
- в) Эбонитовая и стеклянная палочки.
- г) Кусочки меха и шелковой ткани.

Применяются медные многожильные в полихлорвиниловой изоляции соединительные провода.

Выбор проводов для цепи накала проводится с учетом проходящего по ним тока в 3 А. Для удобства подключения к контактным зажимам концы проводов снабжаются наконечниками. Проецирование внутренних деталей триода на экран лучше всего произво-

* Амперметр с гальванометром демонстрационный выпускается заводом «Физэлектроприбор», Москва, Электрозаводская, 33.

дить универсальным проекционным аппаратом ФОС-67*, снабженным специальным объективом с оборотной призмой.

Опыты с прибором

1. Устройство электронного триода. Изобразив на доске разрез триода или используя рисунок 1 данного руководства, следует прежде всего ознакомить учащихся с его общим устройством, объяснить назначение электродов и их взаимное расположение. Целесообразно рассказ об устройстве триода сопровождать проецированием лампы на экран.

Особо следует указать на существование трех основных электродов: анода, сетки и катода, заключенных в откачном баллоне, и обосновать само название лампы — триод.

2. Действие сетки в триоде. Для демонстрации управляющего действия сетки триода на поток электронов, эмиттируемых катодом, собирается одна из схем, представленных на рисунке 2.

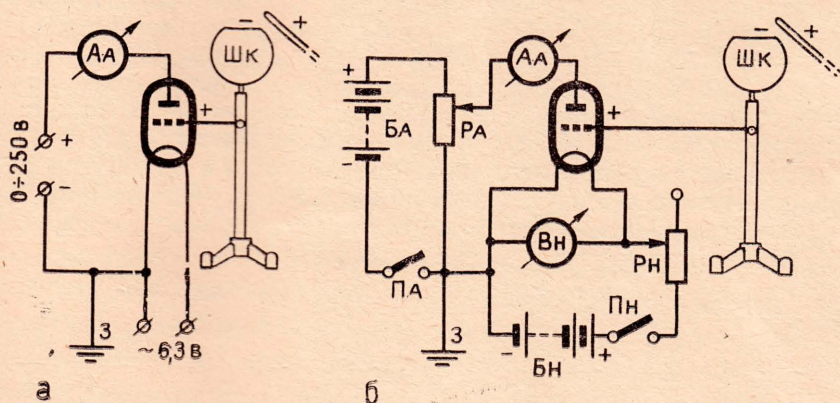


Рис. 2.

Принципиальные схемы для демонстрации управляющего действия сетки триода методом изменения потенциала внешним источником.

а) Схема с питанием от ВУПА б) Схема с питанием от аккумуляторных батарей.

Опыт проводится следующим образом:

Выключателем *Пн* включают питание цепи накала, а реостатом *Рн* устанавливают номинальное напряжение накала, равное 6,3 В. Включив выключателем *Па* источник питания цепи анода *Ба*, потенциометром *Ра* подают на анод триода такое анодное напряжение, при котором гальванометр *Аа* показывал бы заметный ток в анодной цепи (отклонение стрелки гальванометра на 2—3 деле-

* ФОС-67 выпускается заводом «Школьное приборостроение», г. Загорск, Комсомольская, 29.

ния). После этого к шаровому кондуктору *ШК* подносят наэлектризованную трением эбонитовую палочку (отрицательный заряд). Вследствие электростатической индукции на шаре шарового кондуктора *ШК* появляется положительный заряд, а равный ему отрицательный заряд возникает на сетке лампы. Отрицательно заряженная сетка отталкивает электроны, вылетающие с поверхности катода (имитируемые горячей нитью накала), и препятствует их движению к аноду. Ток в анодной цепи прекращается. Стрелка гальванометра перемещается к нулю. Лампа «запирается». Стоит только убрать эбонитовую палочку, как гальванометр вновь показывает прежнее значение анодного тока. Приближая и удаляя наэлектризованную эбонитовую палочку, обращают внимание учащихся на то, что стрелка гальванометра отклоняется в такт с движением руки, что свидетельствует о возможности управления током в анодной цепи.

Далее потенциометром *Ра* следует изменить потенциал анода таким образом, чтобы лампа была «закрыта» (ток в цепи анода прекратится), поднести к шаровому кондуктору *ШК* стеклянную палочку, наэлектризованную трением (теперь это будет положительный заряд), и обратить внимание учащихся на то, что ток в цепи анода теперь нарастает, так как в этом случае на сетке возникает положительный заряд, способствующий прохождению электронов от катода к аноду. При удалении палочки ток исчезает.

Изменение потенциала сетки в радиотехнике осуществляется не методом электростатической индукции, а методом изменения потенциала сетки с помощью внешних источников, управляющих потенциалом сетки. Для демонстраций этого собирают один из вариантов схемы представленной на рисунке 3.

В этом случае опыт проводится в следующей последовательности.

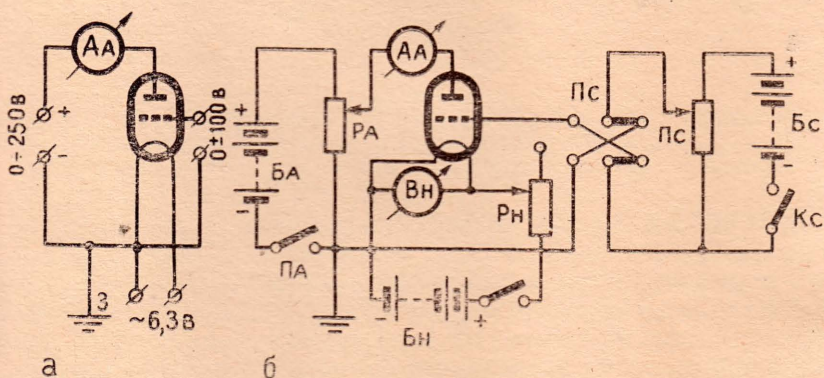


Рис. 3.

Принципиальные схемы для демонстрации управляющего действия сетки триода методом электростатической индукции.

а) Схема с питанием от ВУПа. б) Схема питания от аккумуляторных батарей

Включается схема выключателем P_n , реостатом R_n , на нити накала устанавливается номинальное напряжение питания равное 6,3 В. При нейтральном положении переключателя P_c замыкается выключатель P_a и потенциометром P_a постепенно увеличивают потенциал анода до появления в цепи анода тока, дающего отклонение стрелки гальванометра на несколько делений. После этого ключом K_c включается питание цепи сетки. Знак потенциала, подаваемого с потенциометра P_c на сетку (по отношению к катоду), зависит от положения переключателя полярности P_c . Смысл данного опыта сводится к тому, чтобы учащиеся могли наблюдать характер изменения анодного тока при изменении потенциала сетки, как по величине, так и по знаку. Преподаватель обращает внимание учащихся на то, что подача отрицательного по отношению к катоду «смещения» на сетку триода вызывает уменьшение анодного тока вплоть до его полного прекращения, т. е. до «запирания» лампы. Увеличение положительного «смещения» на сетке вызывает увеличение анодного тока в триоде.

Следует также заметить, что малые изменения потенциала сетки вызывают значительные изменения силы тока в анодной цепи лампы. При этом все изменения анодного тока происходят в такт с изменениями потенциала сетки, что говорит о возможности управления анодным током путем изменения потенциала сетки.

Далее можно указать, что в цепь анода лампы может быть включено активное нагрузочное сопротивление, падение напряжения на котором (при прохождении по нему анодного тока) будет зависеть от величины этого сопротивления прямо пропорционально, характер его изменения будет повторять характер изменения потенциала сетки, а его величина, по данным практических радиосхем, в десятки и сотни тысяч раз превышает величину пульсаций потенциала сетки. В этом заключается усилительное действие триода, имеющее в радиотехнике главнейшее значение.

3. Снятие статических характеристик триода. Для снятия статических характеристик триода собирают один из вариантов схемы, представленной на рисунке 4.

Поддерживая величину напряжения накала постоянной, равной номинальному значению 6,3 В, и меняя поочередно потенциалы анода и сетки, можно установить, что анодный и сеточный потоки зависят от величины потенциалов анода и катода. Эти зависимости носят название характеристик триода. Если в цепи анода нагрузки нет, то характеристики называются статическими, если в цепи анода включена нагрузка (встречающаяся на практике в виде активного сопротивления или колебательного контура), характеристики называются динамическими.

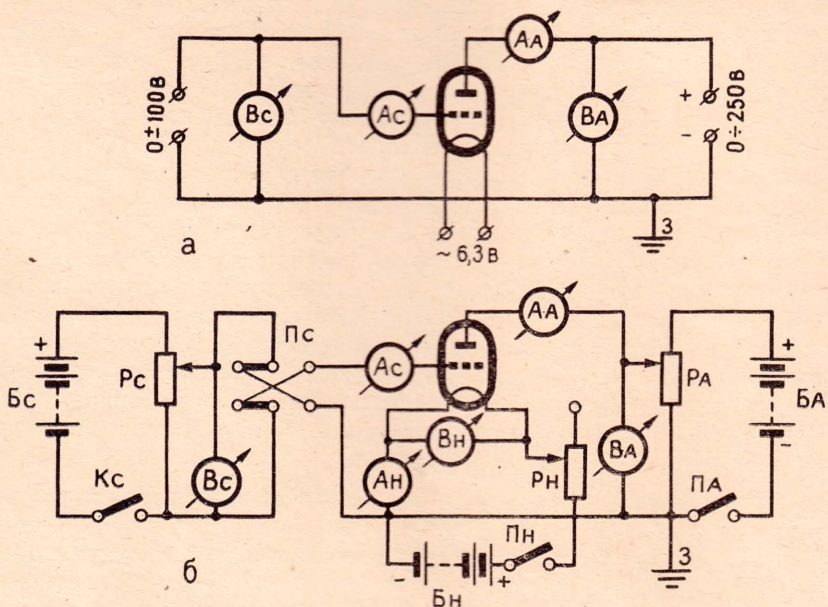


Рис. 4.

Принципиальные схемы для снятия статических характеристик триода.
 а) Схема с питанием от ВУПа. б) Схема с питанием от аккумуляторных батарей.

Математически эти зависимости записываются в общем виде следующим образом:

$$I_A = f_1 (U_A; U_H) \text{ при } U_H = \text{const}$$

$$I_C = f_2 (U_A; U_C) \text{ при } U_H = \text{const}$$

Изучение этих сложных двойных зависимостей проводится в два этапа: сначала полагают, что величина U_A не изменяется, и потом такое же ограничение накладывается на величину U_C . Таким образом, от изучения сложных зависимостей переходят к рассмотрению двух семейств простых характеристик.

Семейство анодно-сеточных характеристик (рис. 5). Группа характеристик анодного и сеточного токов по сеточному напряжению, снятых при разных напряжениях на аноде. Математически это семейство характеристик записывается так:

$$I_A = f_3 (U_C) \text{ при } U_A = \text{const}$$

$$I_C = f_4 (U_C) \text{ при } U_A = \text{const}$$

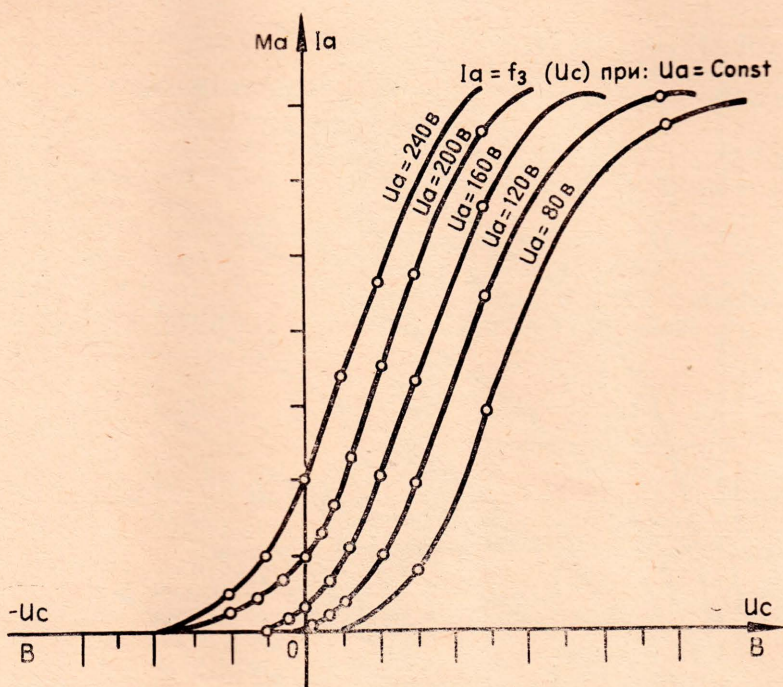


Рис. 5.
Семейство анодно-сеточных характеристик.

Семейство анодных характеристик (рис. 6). Группа характеристик анодного и сеточного токов по анодному напряжению, снятых при разных значениях потенциала сетки. Математически это семейство характеристик записывается так:

$$I_A = f_5(U_c) = \text{const}$$

$$I_C = f_6(U_c) = \text{const}$$

В обоих случаях зависимости для сеточных токов носят вспомогательный характер, способствующий более полному и правильному пониманию характера зависимостей для анодного тока. (На рисунках 5 и 7 зависимости для сеточных токов не показано).

Иногда бывает полезна вольт-амперная характеристика, характеризующая нить накала триода:

$$I_n = f_7(U_n)$$

Для снятия всех видов характеристик опытным путем используется схема, собранная по рисунку 4.

Делается это следующим образом.

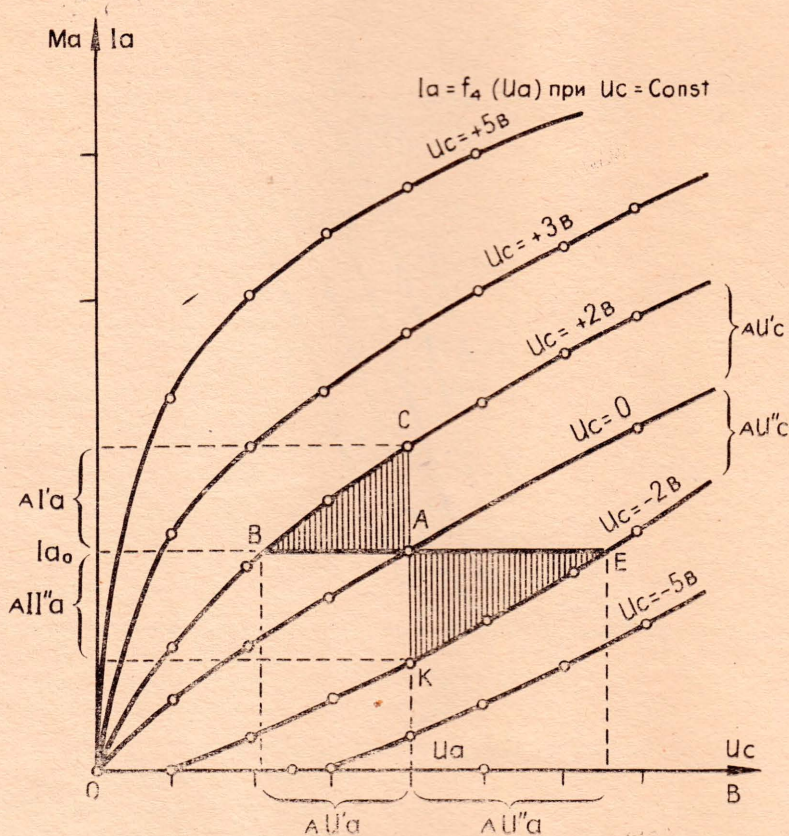


Рис. 6.
Семейство анодных характеристик.

Снятие статических анодно-сеточных характеристик триода. Включив выключателем $Пн$ цепь питания накала, реостатом $Рн$ устанавливают номинальное напряжение накала 6,3 В. После этого потенциометром $Ра$ устанавливают определенное значения на аноде и, не меняя его, при включенном переключателе $Пс$ в положении «1—1» изменяют потенциал сетки от -10 В до 0, записывая показания гальванометров Aa и Ac через каждые 1—5 В. Затем переводят переключатель $Пс$ в положение «2—2» и, повышая потенциал сетки от 0 до $+5$ В через каждый вольт и от $+5$ до $+50$ В — в 2—3 точках, вновь записывают показания гальванометров. Таким образом снятие характеристик повторяют при новых значениях U_A , повторяя эту операцию через каждые 30—40 В от 0 до $+240$ В на аноде.

Снятие статических анодных характеристик триода. Для записи данных анодных характеристик значения U_c сохраняют постоян-

ными, а потенциометром Pa повышают анодное напряжение через каждые 40 В от 0 до +240 В, записывая в каждом случае показания гальванометров Aa и Ac . Затем, 3—4 раза меняют значения потенциала сетки, придавая ей значения:

$U_c = -5, -3, -2, 1, 0, +1, +2, +3, +5, +10, +15$ В, и вновь производят запись показаний гальванометров Aa и Ac в зависимости от значений U_A .

Снятие вольт-амперной характеристики триода. При снятии вольт-амперной характеристики схема упрощается до вида, приведенного на рисунке 7. Запись значений тока начала I_n производится в зависимости от величины U_n , которое изменяют реостатом P_n .

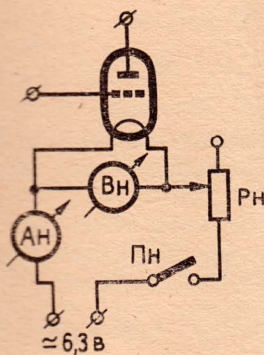


Рис. 7.
Принципиальная схема для снятия вольт-амперной характеристики триода.

После снятия всех данных производится графическое построение семейства анодно-сеточных характеристик в осях $I_A - U_c$ и $I_c - U_c$, семейство анодных характеристик в осях: $I_A - U_A$ и $I_c - U_A$, вольт-амперной характеристики в осях: $I_n - U_n$. Построение графиков выполняется с применением определенного масштаба (см. рисунки 5,6). Записи данных удобно производить в таблицах, формы которых приведены в конце данной инструкции.

Для закрепления материала опыт 3 следует провести на лабораторной работе силами учащихся с применением лабораторных приборов и радиоламп промышленного типа. Схема снятия характеристик остается при этом прежней, но для установки промышленного триода следует применить панель ламповую демонстрационную ПЛД*.

При анализе характеристик следует вновь обратить внимание, что малое изменение потенциала сетки вызывает значительное изменение анодного тока.

* ПЛД входит в состав набора прямо-усилительных радиоприборов.

На этом явлении основывается усилительное действие триода.

Определение статических параметров триода. К параметрам триода относятся: коэффициент усиления — μ или проницаемость триода — $D = \frac{1}{\mu}$; крутизна характеристики — S и внутреннее сопротивление — R_i . В зависимости от наличия или отсутствия нагрузки параметры также могут быть динамическими или статическими.

На рисунках 5 и 6 изображены примерные анодно-сеточные и анодные статические характеристики триода. Пользуясь их графическим изображением, определим статические параметры триода. Коэффициент усиления определяется отношением изменений анодного и сеточного напряжений, при которых происходит одно и то же изменение анодного тока:

$$\mu = \frac{\Delta U_A}{\Delta U_c} \text{ при } I_A = \text{const}$$

Он показывает, во сколько раз эффективнее воздействует на анодный ток сеточное напряжение по сравнению с анодным напряжением.

Величину этого коэффициента легко определить по любому семейству характеристик графическим путем. Для этого используем например, семейство статических анодных характеристик:

$$I_a = f_5(U_A) \text{ при } U_c = \text{const}$$

Через заданную рабочую точку A , в которой нужно определить параметры, проводим прямые, параллельные осям координат, до пересечения их с соседними характеристиками. Получающиеся треугольники ABC и $AЕК$ называются характеристическими и их стороны дают нужные изменения ΔU_A и ΔU_c . Изменение сеточного напряжения при переходе от одной вершины треугольника к другой определяются по тем значениям потенциала сетки, при которых сняты используемые характеристики.

Для данного семейства и данной рабочей точки A коэффициент усиления μ определяется из отношения:

$$\mu_A = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta U'_A}{\Delta U'_c} + \frac{\Delta U''_A}{\Delta U''_c} \right) \text{ при } I_{Ac} = \text{const}$$

Крутизна характеристики связывает изменение анодного тока ΔI_A с вызвавшим его изменением сеточного напряжения ΔU при неизменном анодном напряжении U_A следующей зависимостью:

$$S = \left(\frac{\Delta I_A}{\Delta U_c} \right) \text{ при } U_A = \text{const}$$

Геометрически S определяет крутизну подъема или наклон

анодно-сеточной характеристики лампы. Из данных (рис. 6) S определится из отношения:

$$S_A = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta U'_A}{\Delta I'_A} + \frac{\Delta U''_A}{\Delta I''_A} \right) \text{ при } U_{A_0} = \text{const}$$

Внутреннее сопротивление R_i определяется отношением $\frac{\Delta U_A}{\Delta I_A}$ и его следует рассматривать, как сопротивление лампы переменному току. Его численное значение определяется (рис. 6) следующим образом:

$$R_i = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta U'_A}{\Delta I'_A} + \frac{\Delta U''_A}{\Delta I''_A} \right) \text{ при } U_{c_0} = \text{const}$$

Параметры триода связаны между собой соотношением:

$$\mu = S \cdot R_i$$

Далее следует провести теоретические занятия с разъяснением понятия динамических характеристик, увязывая их с действием активной нагрузки, включенной в цепь анода. Затем, представить нагрузку в виде колебательного контура и дать представление о возможности генерирования в этом контуре электрических колебаний методом «независимого возбуждения» — изменением потенциала сетки. Питая цепь сетки за счет применения «обратной связи» и путем подачи на сетку потенциала с части нагрузочного контура, можно перейти к представлению работы лампы в качестве генератора с «самовозбуждением».

Наконец, следует разобрать те необходимые условия, при которых возможно самовозбуждение и дать основные виды схем, в которых триод будет являться генератором. Описание опытов, связанных с демонстрацией работы триода в режиме генерации, объясняющих условия и способы самовозбуждения, в данном руководстве не приводятся.

Т а б л и ц а

для записи данных при снятии вольт-амперной характеристики

$$I_n = f_1(\bar{U}_n) \text{ при } U_a = U_c = 0.$$

Вид измер. велич.	Един. измер.	Значения измеряемых величин										Примечания	
		0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	6,3	7,0			
U_n	в												
I_n	а												

Иногда в целях ускорения выполнения лабораторной работы данные показаний отдельных приборов могут быть занесены в таблицу не в электрических единицах (вольтах, миллиамперах, омах и т. п.), а в числах делений этих приборов. В таких случаях в таблицах следует заготовить лишнюю сторону и заносить в нее число делений этих приборов. При этом в графе «Примечания» следует обязательно записать цену деления конкретных приборов. При обработке данных таблицы строку для записи показаний приборов в электрических единицах следует заполнить умножением цены деления на число делений.

Кривые изучаемых закономерностей изображаются на графиках, построенных с применением выбранного масштаба, в осях с обозначением вида электрических величин, примененного масштаба и наименования примененных единиц измерения.

Указания по эксплуатации

Эксплуатировать прибор имеют право лица, прошедшие курсовое обучение и аттестацию с присвоением квалификационной группы не ниже 2-й согласно «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителями и правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок потребителями».

Потребитель должен иметь инструкцию по технике безопасности и производственной санитарии для данного прибора, разработанную школой для местных условий, утвержденную в установленном порядке (КЗОТ ст. 145).

Прежде чем включить прибор, работающий должен изучить руководство по эксплуатации прибора. Включить источник питания изделия нужно только после сборки электросхемы. С триодом следует обращаться осторожно, предохраняя от ударов и падения.

Перед началом демонстрации опытов с триодом тщательно проверить заземление электрических приборов, участвующих в проведении опытов.

Указания мер безопасности

При эксплуатации изделия «Триод электровакуумный демонстрационный (учебный) ТЭД» следует учитывать следующие виды опасности (вредности):

- а) выпрямленный электрический ток напряжением 250 В (на аноде);
- б) переменный ток до 3А напряжением 6 В (на катоде);
- в) выпрямленное напряжение до 50 В.

Правила хранения

Триод следует хранить в отопляемом и вентилируемом помещении при температуре воздуха от $+1$, до $+40^{\circ}\text{C}$ и относительной

Таблица

для записи данных при снятии семейства
анодных характеристик

Примечания

$$I_a = f_5(U_a)$$

$$I_c = f_6(U_a)$$

при $U_c = \text{const}$

Потен. сетки	Вид измер. велич.	Един. измер.	Значения потенциала анода в вольтах						
			0	40	80	120	160	200	240
-5,0	а	мА							
	с	мА							
-3,0	а	мА							
	с	мА							
-2,0	а	мА							
	с	мА							
-1,0	а	мА							
	с	мА							
0	а	мА							
	с	мА							
+1,0	а	мА							
	с	мА							
+2,0	а	мА							
	с	мА							
+3,0	а	мА							
	с	мА							
+5,0	а	мА							
	с	мА							
+10,0	а	мА							
	с	мА							
+15,0	а	мА							
	с	мА							

влажности 65%, лучше в вертикальном положении и установленном на подставке.

Гарантийное обязательство

Предприятие-изготовитель обязано в течение одного года со дня эксплуатации, но не более полутора лет со дня отгрузки изделия с предприятия-изготовителя безвозмездно заменять или ремонтировать изделие, в случае потери его работоспособности при условии соблюдения в течение указанного срока условий эксплуатации, транспортирования и хранения, установленных требованиями технических условий на данное изделие.

Редактор Л. С. Князева.

Редактор издательства А. И. Лебедев.

Подп. к печати 8/1-76 г.

Бумага 60×90¹/₁₆.

Заказ 168.

Печ. л. 1,125.

Бесплатно.

Уч.-изд. л. 0,82.

Тираж 3000.

К прибору
прилагается
бесплатно

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОСВЕЩЕНИЕ»

Москва — 1976