

Лучевой тетрод 6П1П

С. Толкачева

Пальчиковый лучевой тетрод 6П1П с пентодной характеристикой предназначен для использования в оконечных каскадах радиоприемников и усилителей низкой частоты. Он выполнен с девятиштырьковой ножкой. Размеры 6П1П несколько больше, чем у других пальчиковых ламп, что необходимо для обеспечения теплоотвода мощности, рассеиваемой на ее аноде и экранной сетке. По своим электрическим параметрам и характеристикам эта лампа весьма близка к лучевому тетроду 6П6С.

Для лампы 6П1П установлены следующие значения: $U_{н макс} = 7,0$ в, $U_{н мин} = 5,7$ в, $U_{а макс} = 250$ в, $U_{с2 макс} = 250$ в, $U_{кн макс} = \pm 100$ в, $I_{к макс} = 70$ ма, $P_{а макс} = 12$ вт, $P_{с2 макс} = 2,5$ вт, $R_{с1 макс} = 0,5$ мгом. При этом предполагается, что напряжения источников питания стабилизированы.

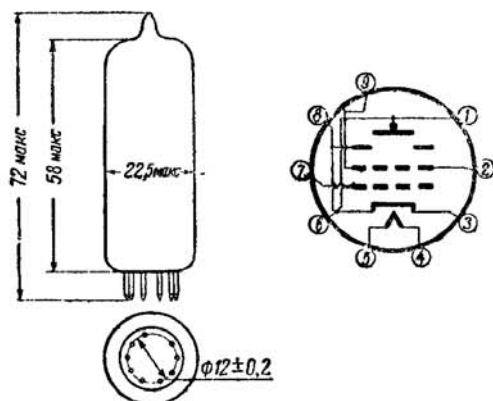


Рис. 1. Размеры и цоколевка лучевого тетрода 6П1П

Практически нестабильность источников может быть любой, но определенной, при этом напряжения на электродах должны устанавливаться такими, чтобы эти напряжения и выделяемые на электродах мощности не превышали указанных выше максимальных значений при наибольшем возможном напряжении источника. Напряжение же накала ограничено также и снизу, так как при пониженной температуре ухудшаются эмиссионные свойства оксидированного катода.

Тепловой режим у лампы 6П1П более тяжелый, чем у лампы 6П6С, вследствие того, что размеры ее меньше. В лампе типа 6П1П витки первой сетки расположены очень близко к катоду, поэтому ее крутизна выше, чем у лампы 6П6С. Вследствие этого в отдельных экземплярах ламп 6П1П обратный ток первой сетки может увеличиться также и за счет термоэлектронной эмиссии первой сетки. При включении большого сопротивления в цепь первой сетки падение напряжения на нем за счет протекания обратного тока сетки может резко изменить режим работы лампы и сократить срок ее службы.

В предельных нормах нет ограничения режима управляющей сетки по напряжению и рассеиваемой мощности; однако во избежание выхода лампы из строя на ее

управляющую сетку не следует подавать положительное напряжение, при котором ток в цепи лампы будет превышать 20—30 ма.

От лампы 6П6С лампа 6П1П отличается несколько меньшими предельными значениями напряжения на аноде и экранной сетке, максимальной мощностью рассеяния на аноде и несколько большей максимальной мощностью рассеяния на экранной сетке.

Параметры ламп 6П1П должны удовлетворять данным, приведенным в табл. 1. Измерения параметров производятся при $U_{н} = 6,3$ в, $U_{а} = 250$ в, $U_{с2} = 250$ в, $U_{с1} = 12,5$ в, $U_{кн} = \pm 100$ в, $U_{с1} = 8,8$ в, $R_{а} = 5,0$ ком.

Таблица 1

Наименование параметра	Минимальное значение	Номинальное значение	Максимальное значение
Ток накала, а	0,46	0,5	0,54
Ток анода, ма	33	44	55
Ток экранной сетки, ма	—	—	7,0
Обратный ток первой сетки, мка	—	—	1,0
Ток утечки катод—подогреватель, мка	—	—	30
Внутреннее сопротивление, ком	—	40	—
Крутизна характеристики, ма/в	3,8	4,9	6,0
Выходная мощность, вт	3,8	4,8	—
Коэффициент гармоник, %	—	7	—
Выходная мощность при напряжении накала 5,7 в, вт	3,0	—	—

Обратный ток первой сетки представляет собой сумму ионного и термоэлектронного токов, а также тока утечки сетки. Если величина обратного тока находится в норме, то это является показателем хорошего вакуума.

Поскольку R_i у лампы 6П1П несколько меньше, чем у 6П6С, имеющей $R_i = 52$ ком, а крутизна характеристики выше, то для получения одинаковой выходной мощности напряжение раскачки для 6П1П требуется меньше, чем для 6П6С.

Номинальные значения междуэлектродных емкостей лампы 6П1П: входная $C_{вх} = 7,8$ пф, проходная $C_{пр} = 0,95$ пф, выходная $C_{вых} = 5,7$ пф. Для этой лампы большая проходная емкость не является недостатком, так как она предназначена для работы на низких частотах.

В триодном включении коэффициент усиления лампы равен 10. При $U_{а} = U_{с2} = 250$ в и $U_{с1} = -12$ в, $R_i = 2000$ ом и $S = 5$ ма/в.

Характеристики и режимы применения. Семейства типовых анодных характеристик лучевого тетрода 6П1П для напряжений на экранной сетке 100, 200 и 250 в и в триодном включении приведены на рис. 2, 3, 4 и 5.

Качество лучевого тетрода или пентода, предназначенного для усиления мощности, определяется крутизной характеристики в точке, соответствующей критическому режиму, и распределением токов. Крутизна считается достаточной, если место перегиба характеристики расположено в области анодных напряжений, не превышающих 20—25% напряжения на экранной сетке. Ток экранной сетки в области пологих частей характеристик должен составлять не больше 10—15% анодного тока. Как видно из характеристик рис. 2, 3 и 4, лампа 6П1П удовлетворяет этим условиям. Крутизна характеристики в критическом режиме у лампы 6П1П, однако, несколько меньше, чем у лампы 6П6С.

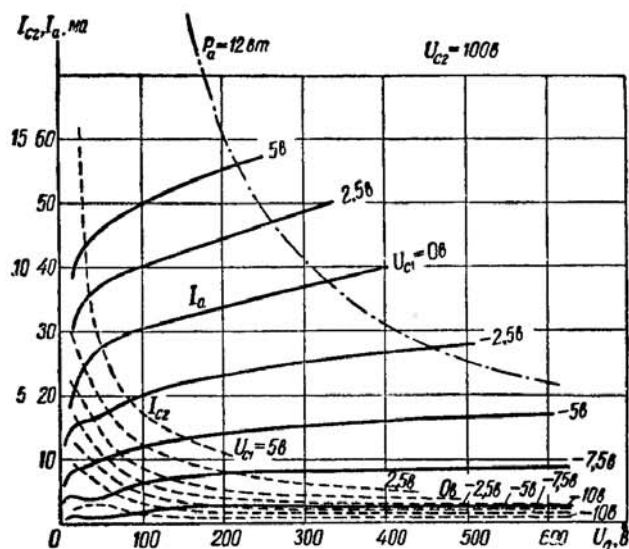


Рис. 2. Характеристики лампы типа 6П1П

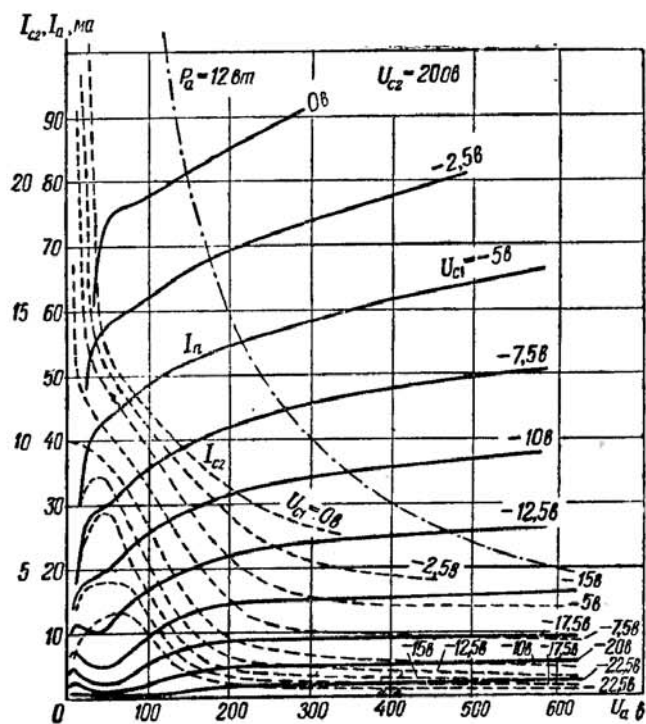


Рис. 3. Характеристики лампы типа 6П1П

В области малых анодных напряжений и малых анодных токов заметно проявляется динатронный эффект, который при больших анодных токах достаточно хорошо подавлен. В этих условиях проявление динатронного эффекта неопасно, так как при работе лампы малые анодные напряжения имеют место при больших токах, а малые анодные токи обычно сочетаются с большими анодными напряжениями.

В технических условиях на лампу 6П1П типовой режим использования рекомендован такой же, как и для

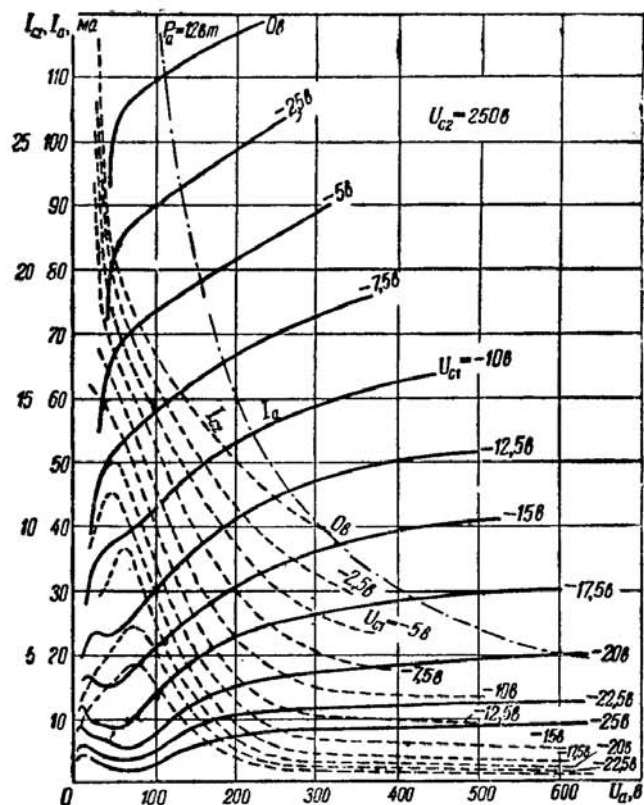


Рис. 4. Характеристики лампы типа 6П1П

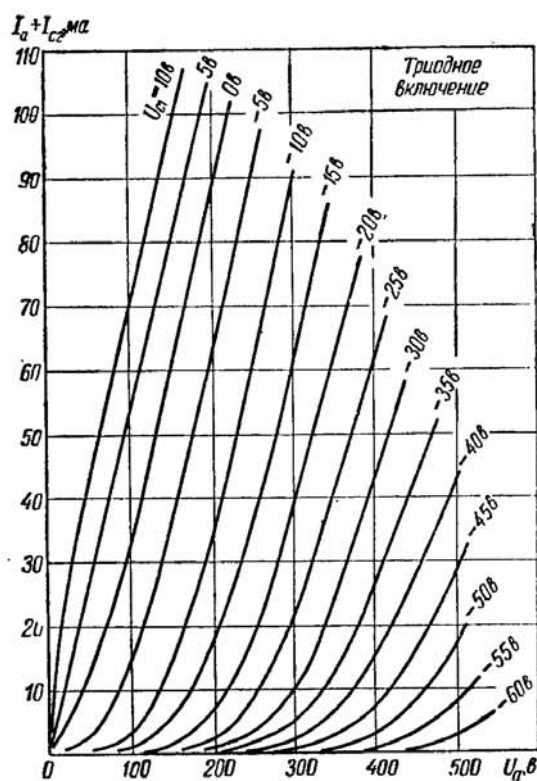


Рис. 5. Характеристики лампы типа 6П1П в триодном включении

Таблица 2

Напряжение на экранной сетке, в	100		150		200		250
Напряжение на аноде, в	100	250	150	250	200	250	250
Напряжение смещения управляющей сетки, в	-5	-5	-6,5	-7,5	-9	-9	-12,5
Амплитуда переменного напряжения на управляющей сетке макс., в . . .	5	5	6,5	7,5	9	9	12,5
Ток анода при отсутствии возбуждения, ма	11,5	14,5	23,0	21,5	34,5	37	45
Ток экранной сетки при отсутствии возбуждения, ма	1,0	0,8	2,6	1,45	2,6	2,4	3,0
Ток анода при полном возбуждении, ма	11,5	14,5	23	21,5	35	37	47,5
Ток экранной сетки при полном возбуждении, ма	2,0	11,6	5,4	3,9	6,5	6,3	9,0
Сопротивление нагрузки, ком	6,5	20	5,5	10	4,0	6,5	3,5
Отдаваемая мощность, вт	0,41	1,3	1,1	2,2	2,3	3,2	4,25
Коэффициент гармоник, %	5,8	6,0	7,1	7,4	10,6	8,4	9,8

лампы 6П6С. Исследования, однако, показали, что из-за большей крутизны характеристики оптимальное сопротивление анодной нагрузки R_a для лампы 6П1П меньше — оно составляет 3,5 ком вместо 5 ком. Как видно из рис. 8, это приводит к резкому возрастанию третьей гармоники и суммарного коэффициента гармоник. В режиме получения максимальной мощности ($U_a = U_{c2} = 250$ в, $I_a = 45$ ма) лампа типа 6П1П может отдать мощность около 4,2 вт. Если нужна меньшая мощность, то следует уменьшить одновременно U_a и U_{c2} или только U_{c2} . Режимы можно выбрать по характеристикам рис. 2, 3 и 4. Наилучшее соотношение отдаваемой мощности и коэффициента гармоник получается тогда, когда напряжение на экранной сетке ниже анодного на 10—15%.

В табл. 2 приведено несколько режимов лампы 6П1П при ее работе в классе А без токов сетки. Напряжение накала для всех режимов равно 6,3 в.

Режим $U_a = U_{c2} = 250$ в и $U_{c1} = -12,5$ в является основным рекомендуемым режимом для получения наибольшей мощности. В этом режиме лампа используется наиболее полно.

Для установления оптимального сопротивления нагрузки были сняты зависимости выходной мощности, коэффициента гармоник — полного и по первым четырем гармоникам, токов анода и экранной сетки от сопротивления нагрузки при напряжении раскачки 8,8 в эфф (рис. 6).

Для исследования была взята лампа с номинальными параметрами. В статическом режиме ток анода был равен 45 ма. При подаче на сетку лампы напряжения раскачки 8,8 в (сопротивление нагрузки $R_a = 0$ ом) анодный ток увеличивается до 55 ма из-за детекторного эффекта, аналогичного процессу анодного детектирования. С увеличением сопротивления нагрузки ток анода падает. Это объясняется спрямлением динамической характеристики по мере увеличения сопротивления нагрузки и снижением детекторного эффекта, а также понижением минимального значения напряжения на аноде, вследствие чего относительно большая часть электронного тока захватывается второй сеткой, что вызывает возрастание тока второй сетки. Как видно из рис. 6, максимальная мощность, а также минимальный коэффициент нелинейных искажений получается при сопротивлении нагрузки $R_a = 3,5$ ком.

Лампа 6П1П может также быть использована в задающих генераторах и умножителях частоты радиопередающих устройств, для управления релейными системами и др.

Используя лучевой тетрод 6П1П, можно конструировать радиовещательные приемники и другую аппаратуру с выходной мощностью до 10 вт целиком на пальчиковых лампах.

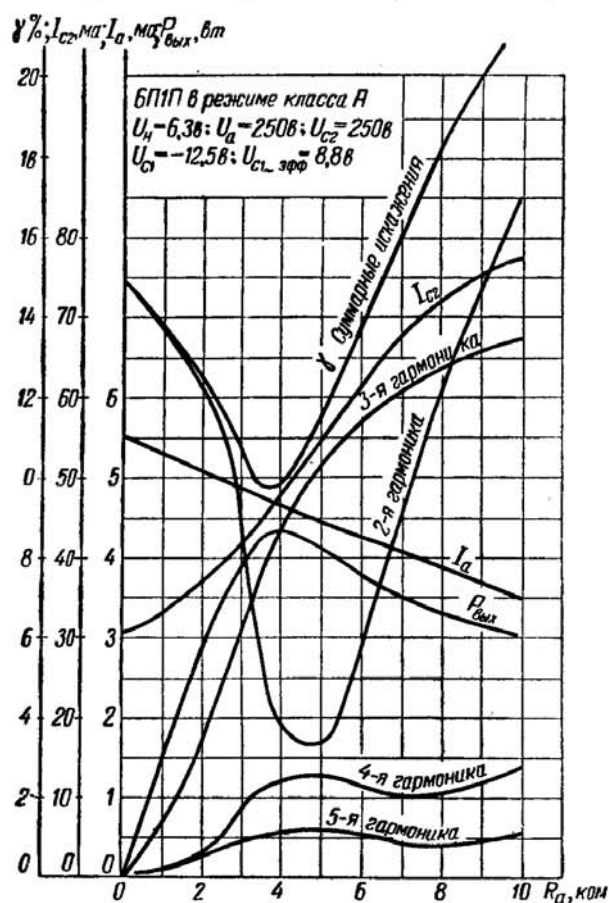


Рис. 6. График зависимости выходной мощности $P_{\text{вых}}$, анодного тока I_a , тока экранной сетки I_{c2} и коэффициента гармоник γ от R_a