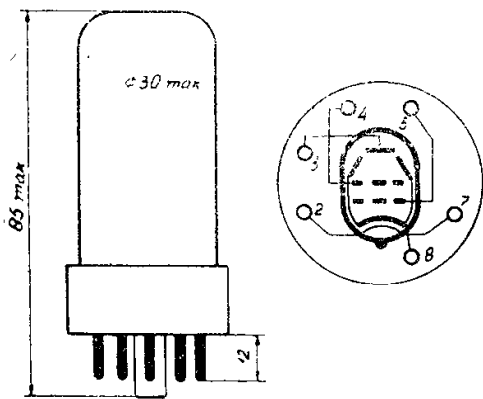


# Лъчев тетрод „6П6С“

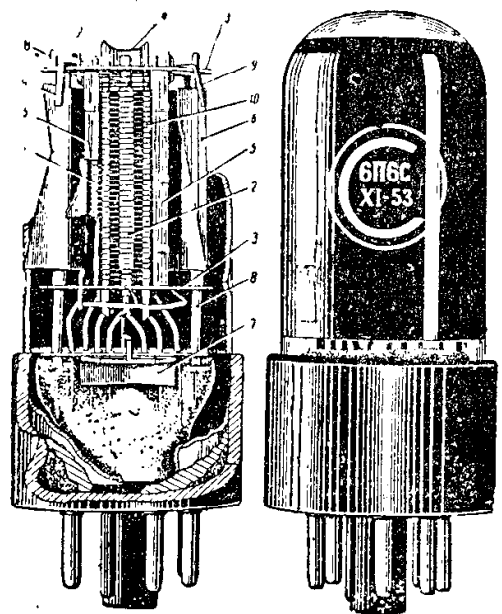
Лампата от типа 6П6С се употребява в изходящите стъпала на болшинството мрежови концертни радиоприемници. Тя се използва специално в приемниците „Москвич“, АРЗ—51 и „АРЗ—52“, „Рекорд“ и „Кама“, в приемниците от II клас W—663“, „Рига“, „Баку“ и в приемника от първи клас „Рига—10“.\* Тази лампа е получила такова широко приложение поради това, че има удобно външно оформление и добри експлоатационни свойства, консумира сравнително малка мощност в отоплението, има достатъчно продължителен срок на служба и дава сигурна работа. Главното ѝ достоинство се състои в това, че има добри електрически параметри и характеристики: тя позволява да се усили мощността на електрическите трептения с ниска честота до няколко вата почти без изкривяване при добър КПД на крайното стъпало.

## Конструкция на лампата

Размерите на лампата 6П6С и нейният цокъл са дадени на фиг. 1 Лампата има стъклен балон с цилиндрична форма и карболитов октален цокъл със 6 крачета. Част от вътрешната повърхност на балона, която обкръжава непосредствено електродите на лампата, е покрита с тънък слой сажда; куполът на балона не е зачернен, за да може да се наблюдава отоплението на катода. Лъчевите тетроди се отличават от пентодите по два присъщи им признака: 1) с разслоение на електронния поток на секторообразни лъчи между навивките на управляващата решетка и 2) с погасяване (сподавяне) на вторичната емисия на анода с помощта на голям пространствен заряд, образуващ се между екранната решетка (заслона) и анода.



Фиг. 1



Фиг. 2

Лампата 6П6С е направена конструктивно така, че в нея се съблюдават добре двете упоменати условия. На фиг. 2а са показани електродите на лампата 6П6С. На фона на оксидната покривка на катода се виждат добре 40 навивки на втората решетка. Навивките на първата решетка не се виждат, тъй като те са навити в същата (в дадения случай надясно) страна и със същата стъпка, както и навивките на втората решетка и се покриват с последната. Подобно устройство на решетката се явява като задължителна конструктивна особеност на лъчевите тетроди.

Катодът 2 на лампата 6П6С е с индиректно загряване, с елипсоидно сечение, оксидиран.

Радиоприемниците „Москвич“ и „Рига—10“ се намират в продажба у нас.

Навивките на решетките са навити от молибденов никелиран проводник с диаметър 0,08 мм. Стойките на първата решетка са направени от никелиран меден проводник с диаметър 1 мм, което обезпечава добро отвеждане на топлината, получена от навивките на решетката от нагретия катод. Краищата на медните стойки, излизащи над горната слюдена пластинка 3, са запоени към скобката 4, направена от лента по чернен никел и служеща за подобряване на топлоотдаването. Отвеждането на топлината от първата решетка има важно значение, тъй като в случай че тя се прегрее, възниква решетъчна термоелектронна емисия, внасяща нежелателни явления в работата на лампата. При голямо съпротивление във веригата на първата решетка тази емисия може да предизвика преждевременно излизане на лампата от строя.

Докато минималното разстояние между катода и навивките на първата решетка е само 0,2 мм, разстоянието между катода и навивките на втората решетка достига около 1,4 мм. Вследствие на това втората решетка поглъща само незначителна част от топлината, излъчвана от нагорещения катод и нейната температура се определя главно от мощността, отделяна от уловените от нея електрони. Неголямата термоелектронна емисия на втората решетка не представлява никаква опасност, поради което тя няма радиатор, а стойката ѝ е направена от никелов проводник.

Формата на навивките на управляващата и екраниращата решетки е показана на фиг. 3.

Анодът се състои от две щамповани от листов никел половинки, запоени към стабилни стойки, направени от проводник от мангано-никелова сплав.

За да се увеличи топлоотделянето, с цел да се предотврати прегряването на анода, последният е почернен.

Целият блок на металната конструкция е закрепен на стъклена поставка, на която са монтирани също така двете плочки с газопоглъщащо вещество (гетер). Една от тези плочки 7 се вижда на фиг. 2. Механическата якост на конструкцията на лампата се осигурява от две стойки — 8, споени в стъклената поставка. На тях са закрепени анодът 6 и слюдената пластинка 3.

В 1950 година е било забелязано, че една от причините за излизането на лампата 6П6С от строя е влошаването на нейния вакуум през време на работа. Известна част от електроните, отделяни (емитирани) от катода, като влетят зад пределите на анода, се удрят във вътрешните стени на балона и избиват вторични електрони, които се насочват към анода. Такъв динатронен ефект в отделни участъци на стъкления балон обикновено се съпровожда с бледо виолетово-розово светене (сияние) и често погрешно се взема за светене на газа вътре в лампата. Следствие на бомбардировката на балона от първичните електрони става частично разлагане на стъклото, а също така и освобождаване на намиращите се в него примеси, което довежда до влошаване на вакуума. Металният барий като емитер в оксидираните катооди влиза в съединение с веществата, отделяни от стъклото на балона и предизвиква прогресиращо падане на емисията.

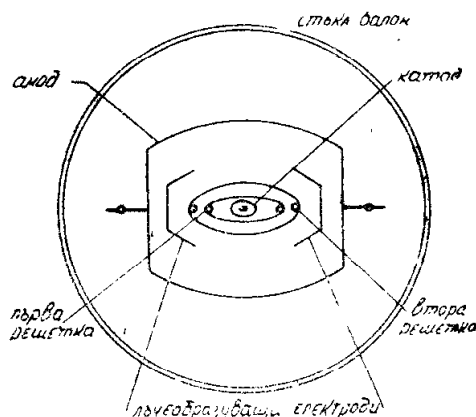
С наслояването на тънък слой сажди — продукт от непълното изгаряне на метан, се отстранява описаният динатронен ефект.

Външният вид на лампата 6П6С е даден на фиг. 2б. В съответствие с общите технически условия на балона на лампата е поставен неизтриващ се печат с обозначение на типа на лампата, фабричният номер на завода-производител, месеца и годината на производството. Наличността на печата на контролата ОТК служи като свидетелство за годността на лампата при пускането ѝ от завода-производител.

### Пределни норми и параметри

За лампата 6П6С са установени следните пределни норми на напреженията и мощностите:

Максимално напрежение на отоплението $U_0$ макс	7,0 в
Минимално напрежение на отоплението $U_0$ мин	5,7 в
Максимално „ „ анода $U_a$ макс	350 в
„ „ „ заслона $U_z$ макс	310 в
„ „ между отоплението и катода	100 в
„ разсеяна мощност на анода $P_a$ макс	13,2 вт
„ „ „ на заслона $P_z$ макс	2,2 вт
„ съпротивление във веригата на първата решетка $R_0$ макс	1,0 мгом



Фиг. 3

Изпитвателният режим, при който се определя съответствието на лампата 6П6С с нормите на частните технически условия (ЧТУ), е следният:

Напрежение на отоплението  $U_o$  . . . . . 6,3 в  
 „ „ анода  $U_a$  . . . . . 250 в  
 „ „ заслона  $U_z$  . . . . . 250 в  
 Преднапрежението на управляващата решетка  $U_p$  . . . . . -12,5 в  
 Напрежение между отоплението и катода . . . . .  $\pm 100$  в  
 Ефективна стойност на променливото напрежение на управляващата решетка при измерване на изходящата мощност  $U_p$  . . . . . 8,8 в  
 Съпротивление на товара при измерване на изходящата мощност  $R_a$  5000 ома.  
 В таблица 1 се привеждат границите, в които трябва да се поставят параметрите на лампата 6П6С.

Таблица 1

Наименование на параметъра	Минимално значение	Номинално значение	Максимално значение	Мерна единица
Ток в отоплението . . . . .	0,41	0,45	0,49	а
Аноден ток . . . . .	33	45	57	ма
Ток във втората решетка (зслон) . . . . .	—	—	7,5	ма
Обратен ток във първата решетка . . . . .	—	—	2,0	мка
Вътрешно съпротивление . . . . .	—	52	—	ком
Изходяща мощност . . . . .	3,6	—	—	вт
Коефициент на хармоничната . . . . .	—	8	—	%
Изходяща мощност при отоплителното напрежение, равно на 57 в . . . . .	2,9	—	—	вт
Стръмност . . . . .	3,0	4,1	5,2	ма/в
Ток на утечката отопление — катод . . . . .	—	—	50	мка

Междуелектродните капацитети на лампата 6П6С са показани в табл. 2. Голямата стойност на решетъчно-анодния капацитет — 0,9 пф, се получава вследствие това, че тази лампа, предназначена да работи само в *ич*, е конструирана без вътрешни екрани.

Таблица 2

Наименование на параметъра	Минимален капацитет пф	Номинален капацитет пф	Максимален капацитет пф
Входящ капацитет $C_{вх}$ . . . . .	7,9	9,5	11,1
Решетъчно-аноден капацитет $C_{ра}$ . . . . .	—	—	0,9
Изходящ капацитет $C_{изх}$ . . . . .	3,6	9,5	13,5

Понякога е целесъобразно 6П6С да се включи като триод — втората решетка се присъединява с анода. В този случай коефициентът на усилването пада от 210 (когато тетродът се намира в режим  $U_a=U_z=250$  в;  $U_p=-12$  в на 10. Такаъв триод при аноден ток 50 ма има вътрешно съпротивление 2100 ома и стръмност 4,75 ма/в.

Дълготрайността на лампата се проверява редовно с провеждане на изпитване за срока на работа на лампата в следния режим: напрежение на отоплението 6,3 в,  $U_a=300$  в,  $U_z=300$  в,  $U_p=-20$  в, напрежение между отоплението и катода 180 в, съпротивление във веригата на решетката 0,1 мгом. Като критерий за дълготрайност служи изходящата мощност, величината на която не трябва да пада по-долу от 2,3 вт до изтичането на 500 часа изпитване.

### Характеристики и области на приложение

Семейства типови характеристики на лъчевия тетрод 6П6С за напрежение на заслона 150, 250 в са приведени на фиг. 7, 8 и 9.

Добрият лъчев тетрод или пентод, предназначен за усилване на мощност, трябва да има такива характеристики, че при  $U_p=0$  в мястото на възходящата част на характеристиката в полегатата (така нареченото коляно) трябва да бъде разположено в областта на анодните напрежения, не превишаващи напреженията на заслона с  $20 \div 25\%$ . Разглеждайки приведените тетродни характеристики за зависимостта на анодния ток от анодното напрежение, може да се заключи, че лампата 6П6С достатъчно добре отговаря на това условие. Що се отнася до тока на заслона (екранната решетка), както се вижда от съответните характеристики, той е достатъчно малък: в статически режим той е около  $8 \div 10\%$  от анодния ток. За сравнение може да се спомене, че при аналогичния по предназначение пентод 6Ф6С токът на заслона е равен на  $18 \div 20\%$  от анодния ток.

В болшинството случаи, когато тетродът 6П6С работи в усилвателя на мощност *нч*, на неговия заслон се подава напрежение, равно или даже с няколко волта по-високо от анодното напрежение (поради падението на напрежението на анода в съпротивлението на първичната намотка на изходящия трансформатор). От приведените характеристики се вижда, че динаatronният ефект в лампата 6П6С е добре сподавен в достатъчно широка област на възможното разположение на динамическите характеристики. При неголям аноден ток, създаденият от него пространствен заряд е малък и не е в състояние да сподави динаatronния ефект, ако напрежението на анода е забележимо по-малко от това на заслона. Това много добре се вижда по формата на тази част от кривите (вж. характеристиките за  $U_3$  равно на 150, 250 в), които са разположени в областта на малките анодни токове и напрежения. Обаче проявата на динаatronния ефект в тези условия не представлява никаква опасност, тъй като при работа на лампата малките анодни напрежения се получават не при малките, а при големите анодни токове, когато пространственият заряд е голям и динаatronният ефект липсва, а малките анодни токове се съчетават с големите напрежения на анода.

В типовият режим при  $U_a=U_3=250$  в и  $I_a=45$  ма лампата 6П6С може да отдаде около 4 вата мощност. Ако е необходимо значително по-малка изходяща мощност, то целесъобразно е да се понижи подаваната мощност посредством едновременното понижаване напреженията на анода и заслона. Избор на режим за напрежения  $U_3$ , равни на 100, 150, 200 и 250 в, може да се направи по приведените типови характеристики. Ако на заслона се наложи да подадем напрежение, различно от посочените по-горе значения, но лежащи в границата 150—250 в, може с успех да се използва методът на интерполация, а в интервала 80—150 в и 250—300 в — методът на екстраполация.

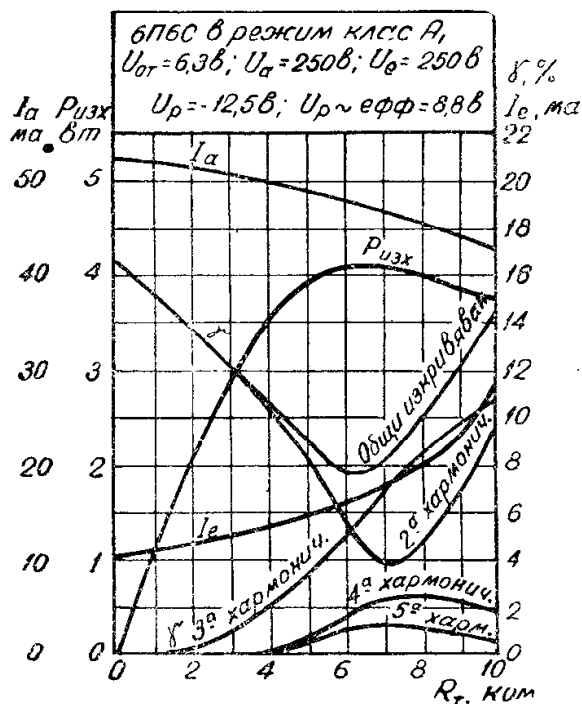
Подаваната на лампата мощност може да се намали също така и като намалим напрежението на заслона, запазвайки анодното напрежение непроменено. В такъв случай се получава по-голям *knd* на усилвателя и освен това лампата 6П6С (ако тя е включена като тетрод и не е под влиянието на отрицателна обратна връзка) представлява по-голямо съпротивление на променливия ток, което позволява да я захранваме с напрежение, изгледено по-лошо, отколкото в обикновения случай. Заслонът и захранващите вериги на предварителните стъпала в този случай се включват след дросела, който в случая може да бъде заместен с активно съпротивление. В таблица 3 са приведени няколко режима

Таблица 3

Напрежение на заслона $U_3$	100		150		200		250	в
	100	250	150	250	200	250	250	
Преднапрежение на управляващата решетка $U_{p0}$ . . . . .	-5,3	-5,7	-8,4	-8,7	-10,8	-11,0	-12,5	в
Амплитуда на променливото напрежение на управляващата решетка $U_{p \text{ макс}}$ . . . . .	5,3	5,7	8,4	8,7	10,8	11,0	12,5	в
Аноден ток при липса на сигнал $I_{a0}$ . . . . .	12	13	18,8	20	30	31	45	ма
Ток на заслона при липса на сигнал $I_{30}$ . . . . .	1,2	0,7	1,6	1,0	2,5	2,2	4,0	ма
Аноден ток при максимален сигнал $I_{ac}$ . . . . .	13	14	20	21,5	32	32,7	49	ма
Ток на заслона при максимален сигнал $I_{3c}$ . . . . .	2,2	1,0	2,6	1,5	3,8	3,3	6,0	ма
Товарно съпротивление $R_a$ . . . . .	6,5	19,0	6,0	11,0	5,5	7,5	5,0	ком
Полезна изходяща мощност $P_{из}$ . . . . .	0,42	1,3	1,0	1,9	2,1	2,9	4,1	вт
Коефициент на хармоничните $\gamma$ . . . . .	<6	<6	<7	<7	<8	<8	9	%

на лампата 6П6С, използвана за усилване клас А без решетъчен ток. Във всички тези режими напрежението в отоплението е равно на нормалното, т. е. 6,3 в. Вариантът  $U_a = U_s = 250$  в и  $U_p = 12,5$  в е основен и препоръчителен режим за усилване на мощност. При него лампата 6П6С се използва достатъчно пълно и не е с пределни напрежения, което обезпечава повишена сигурност на нейната работа в процеса на нейното използване.

Указаният режим, като основен, е подхвърлен на подробно изследване. За определено максимално значение на товара са установени зависимостите на входящата мощност, анодния ток, заслонния ток и коефициента на хармоничните. При това на управляващата решетка се подава синусоидално напрежение 8,8 в еф. Получените зависимости са показани на графика на фиг. 4.



Фиг. 4

В статически режим анодният ток на изпитваната лампа съставлява 45 ма. Подаваното на управляващата решетка синусоидално напрежение 8,8 в (амплитуда 12,5 в) предизвиква увеличаване на анодния ток до 52 ма, поради детекторния ефект, свършено аналогичен на процеса на анодната детекция. Включването на товарно съпротивление в анодната верига довежда до снижаване на анодния ток, при което колкото  $R_a$  е по-голямо, толкова по-малък става  $I_a$ . То се обяснява с това, че с увеличението на товарното съпротивление, динамическата характеристика става по-праволинейна и ефектът на анодното детектиране се проявява в по-малка степен. С увеличаването на товарното съпротивление постоянната съставляваща на заслона расте, тъй като, колкото по-голямо е променливото напрежение на анода, толкова по-малки са остатъчните напрежения на анода и толкова по-голяма част от електронния поток се улавя от заслона.

Ако се изхожда от условието за получаване на максимална мощност, то товарното съпротивление трябва да бъде в границите от 6 до 7 ком. Тази величина на товарното съпротивление отговаря на условието за минимални сумарни нелинейни изкривявания.

Обаче, ако се вземе пред вид, че изкривяванията, предизвикани от третата хармонична, се усещат значително по-силно от изкривяванията, предизвикани от втората хармонична, то целесъобразно е да направим малък компромис и да вземем товарното съпротивление равно на 5 ком, което е и прието в препоръчвания режим.

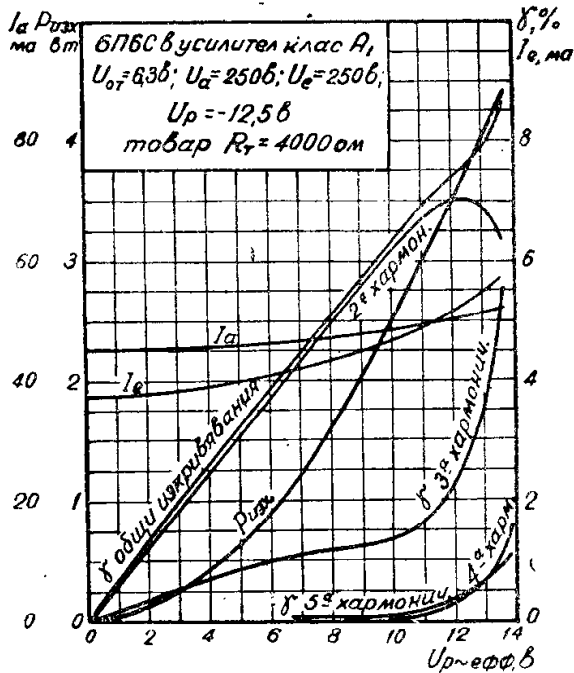
В болшинството случаи като товар в анодната верига на лампата 6П6С служи динамичен високоговорител, пълното съпротивление на който се изменя няколко пъти в границите на предавания обхват от звукови честоти. Минималното съпротивление на високоговорителя се ограничава от активното съпротивление на неговата звукова бобинка. Най-голямо то се оказва при резонансната честота и при най-високата честота на работния обхват, при което тези съпротивления може да превишат минималното такова около десет пъти.

Във връзка с изказаното съображение, целесъобразно е да се използва изходящ трансформатор с такива данни, че минималното съпротивление в анодната верига да бъде 4 ком.

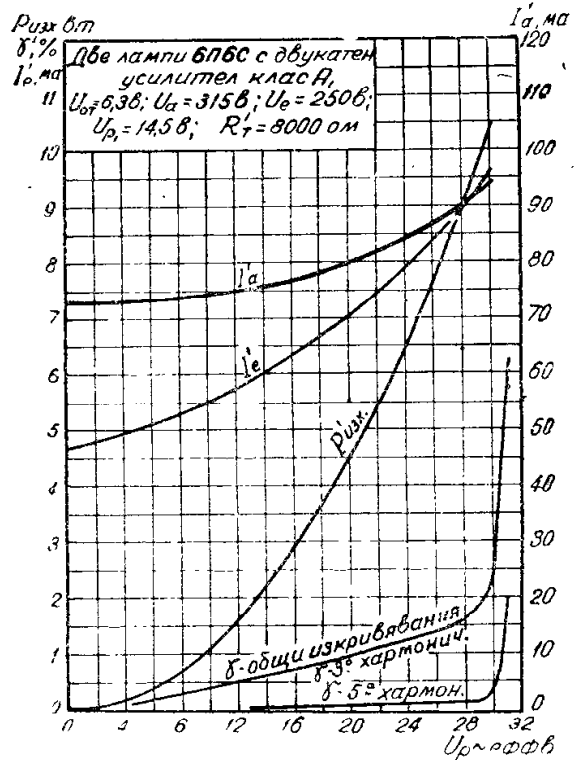
На фиг. 5 е показана графиката за зависимостта на изходящата мощност и коефициентът на хармоничните от величината на променливото напрежение на решетката. Товарното съпротивление е взето 4 ком. Прави впечатление рязкото повишаване на нелинейните изкривявания когато амплитудата на променливото напрежение започва да превишава отрицателното преднапрежение.

Използването на две лампи 6П6С в двуктов усилвател дава възможност да се увеличи изходящата мощност от 4 на 10 вата при едновременно понижаване на нелинейните изкривявания. Препоръчваните режими за еднотактова схема  $U_a = U_s = 250$  в и  $U_p = -12,5$  в и за двуктовата —  $U_a = 315$  в,  $U_s = 250$  в и  $U_p = -14,5$  в (фиг. 6) са равноценни по напрежеността на топлинния режим. В двата случая при отсъствие на сигнал на анода се отделя мощност 11,2 вт (при максимално допустимата 13,2 вт). При максимална стойност на възбуждащото напрежение мощностите на анода се увеличават съответно до 12,5

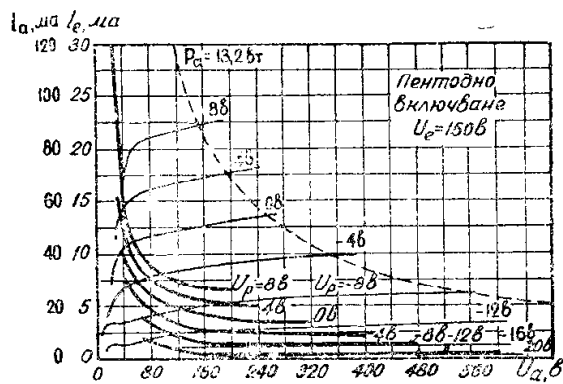
и 14,2 вт. Обаче поради това, че част от цялата мощност на анодите се образува в полезна мощност на трептенията с *нч*, която се отделя в товара на анодите на лампите, се разсейват съответно 8,5 и 9,2 вт. Облекченият топлинен режим на заслоните, на които



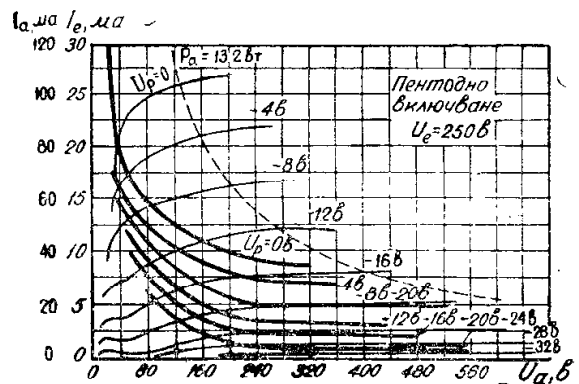
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

се разсейва мощност в границите от 1 вт при допустимите 2,2 вт, също способствува за повишаване на сигурността за действието на лампата.

Освен основното използване качеството на усилвател на мощност с *нч*, лъчевият тетрод 6П6С се използва в лентовите генератори и умножителите на честота в радиопредавателните устройства. Големият решетъчно-аноден кондензатор на лампата не позволява да се използва тази лампа за УВЧ. Работата на лампата на *вч* тук не се разглежда.

Фиг. 9

