

**СПРАВОЧНИК
РАДИОЛЮБИТЕЛЯ**

И. Ю. ТЕМПЕР, В. Е. ОШЕРОВ

СПРАВОЧНИК РАДИОЛЮБИТЕЛЯ

*Под общей редакцией
проф. В. В. ОГНЕВСКОГО*



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ УКРАИНЫ
Киев — 1949

АННОТАЦИЯ

„Справочник радиоловителя“ содержит данные по радиодеталям, радиолампам и приемникам, выпускаемым нашей промышленностью, и сведения по упрощенному расчету радиоприемных, маломощных передающих устройств и элементов питания.

В нем также приведены различные справочные таблицы по электро- и радиотехнике и основные физические понятия, необходимые радиоловителям в их практической работе.

Справочник рассчитан на широкий круг радиоловителей, интересующихся радиоприемными устройствами, и радиоловителей-коротковолновиков.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	Стр. 9
-----------------------	-----------

Глава I

Обозначения и единицы

Алфавиты	11
Электрические и магнитные единицы абсолютной электромагнитной системы	12
Принятые условные обозначения	18
Элементы радиосхем и их условные обозначения	21

Глава II

Некоторые сведения из математики

Обозначения, применяемые в формулах	29
Сведения из алгебры	30
Сведения из тригонометрии	33
Обозначения тригонометрических функций	33
Основные формулы тригонометрии	33

Глава III

Основные законы электротехники

Постоянный ток	37
Закон Ома	37
Законы Кирхгофа	37
Закон Джоуля – Ленца	38
Переменный ток	39
Эффективное и среднее значения тока и напряжения.	40
Полное сопротивление цепи (или участка цепи) переменному току	41
Закон Ома для цепи переменного тока	41
Трехфазный ток	42
Основные формулы для подсчета полного сопротивления цепи из L , C и R при переменном токе	43
Магнитная цепь	44

Глава IV

Проволока и сопротивления

Проволочные сопротивления	45
Характеристика некоторых реостатных сплавов	49
Непроволочные сопротивления	54
Цветной код	54
Медный провод	56
Ток плавления медных проводов	64
Маркировка проводов	65

Глава V

Индуктивность и катушки

Индуктивность	71
Самоиндукция в цепи переменного тока	71
Индуктивное сопротивление	72
Соединение катушек самоиндукции	72
Взаимоиндукция	73
Собственная емкость катушек	73
Основные параметры катушек	74
Подсчет индуктивности однослойных катушек	74
Экранирование катушки	77
Коротковолновые катушки	78
Индуктивность круглого витка	78
Катушки с железным сердечником	79
Радиочастотные катушки с железным сердечником	82

Глава VI

Емкость и конденсаторы

Емкость конденсатора	83
Расчет конденсаторов постоянной емкости	84
Переменные конденсаторы	86
Дифференциальные конденсаторы	87
Полупеременные конденсаторы (триммеры)	87
Электролитические конденсаторы	87
Пробивное напряжение конденсаторов	88
Емкостное сопротивление	89
Потери в конденсаторах при переменном токе	93
Соединение конденсаторов	93
Конденсаторы постоянной емкости	94
Цветной код для маркировки постоянных конденсаторов.	98

Глава VII

Колебательный контур

Резонанс	100
Длина волны колебательного контура	103
Связанные контуры	105

Глава VIII

Элементы радиосвязи

Электромагнитные волны	107
Спектр электромагнитных волн	109
Распространение коротких волн	117
Распространение ультракоротких волн	119
Время суток в различных странах.	120
Телеграфная азбука Морзе	121
Шкалы разбираемости, громкости и тона	122
Шкала разбираемости Р	122
Шкала громкости С	122
Шкала тона Т	122
Шкала модуляции М	123
Радиокоды	123
Q-код	123
Любительский код	125
Обозначения стран	129

Глава IX

Детекторный радиоприемник

Схема детекторного приемника	134
Усложнения в схемах детекторных приемников	135
Переменная детекторная связь	135
Схема расширения диапазона принимаемых приемником волн.	136
Индуктивная связь	136
Приемник с фильтром	137
Детектор	137
Определение материала кристаллов по внешнему виду	138
Детекторные пары	139
Самодельные детекторные кристаллы	139
Уход за кристаллическими детекторами	140
Выбор телефона для детекторного приемника	140
Изготовление детекторного приемника	141

Глава X

Электронные лампы

Параметры приемно-усилительных электронных ламп	143
Триод (трехэлектродная лампа)	143
Тетрод (четырёхэлектродная лампа)	144
Лампы с переменной крутизной («варимю»)	144
Пентод (пятиэлектродная лампа)	145
Гексод (шестиэлектродная лампа)	146
Гептод (семиэлектродная лампа)	146
Октод (восьмиэлектродная лампа)	146
Лучевые лампы	146
Оптический индикатор настройки	146
Характеристики радиоламп	147
Зависимость параметров лампы от режима	150
Обозначения электронных ламп	150
Система обозначений отечественных приемно-усилительных радиоламп	151

Некоторые специальные типы ламп	152
«Жолуди»	152
«Пальчиковые» лампы	152
Барретеры	152
Урдоксы	153
Газотроны	153
Тунгары (газотроны, наполненные инертным газом)	154
Тиратроны	154
Стабилизаторы и делители напряжения (стабиловольты)	154
Данные отечественных радиоламп	156
Западноевропейские лампы	181
Система обозначений западноевропейских приемно-усилительных радиоламп	181
Данные западноевропейских радиоламп	185
Возможная замена западноевропейских ламп отечественными	191
Обозначение соответственных западноевропейских приемно-усилительных ламп.	192

Глава XI

Элементы лампового радиоприемника

Введение	195
Приемники прямого усиления	195
Каскады усиления высокой частоты	196
Детекторный каскад	199
Обратная связь	202
Усилители низкой частоты	203
Усилители низкой частоты на трансформаторах	213
Оконечный каскад	215
Оконечный каскад с трансформаторным выходом	216
Мощный каскад усилителя низкой частоты по двухтактной схеме	218
Усиление в режиме класса Б	219
Расчет выходного каскада, работающего по двухтактной схеме в режиме класса А	219
Расчет выходного каскада, работающего в режиме класса Б, на правых лампах	220
Оконечный каскад с трансформаторным выходом, работающий на пентоде	221
Упрощенный расчет выходных трансформаторов	224
Данные междуламповых и выходных трансформаторов низкой частоты	225
Отрицательная обратная связь в усилителях низкой частоты	229
Супергетеродинные приемники	231
Преобразователь частоты	233
Усилители промежуточной частоты	237
Линейный диодный детектор	240
Автоматическая регулировка чувствительности	242
Автоматическое смещение	244
Развязывающие цепи	245
Регулировка тона	246
Оптический индикатор настройки	247

Определение отношения мощностей, напряжений и токов в децибелах и неперах	247
---	-----

Глава XII

Питание радиоприемников

Питание радиоприемников от гальванических элементов и батарей.	249
Фабричные гальванические элементы для батарей накала .	250
Регулирование тока накала ламп	251
Фабричные анодные батареи	255
Питание радиоприемников от аккумуляторов	255
Зарядка аккумуляторов	257
Составление раствора серной кислоты для заливки кислотных (свинцовых) аккумуляторов	263
Составление раствора едкого калия для заливки щелочных аккумуляторов	264
Питание радиоприемников от сети постоянного тока	266
Питание радиоприемников от сети переменного тока	268
Упрощенный расчет силового трансформатора	270

Глава XIII

Отечественные ламповые радиоприемники

Приемники новых выпусков	278
Приемник «Родина»	278
Приемник «Электросигнал»	280
Приемник «Электросигнал-3»	284
Приемник «Рекорд» (1-ПШС)	284
Приемник «Салют»	287
Приемник ВЭФ М-557	289
Приемник 6Н-25	289
Приемник «Электросигнал-2»	291
Приемник «Москвич» (528-6)	294
Приемник «Урал»	296
Приемник «Минск»	299
Приемник VV-661	299
Приемник «Восток» (7Н-27)	301
Приемник Т-689 («Рига»)	303
Приемник «Рига—Т-755»	305
Приемник «Нева»	307
Приемник «Ленинград»	307
Радиола «Москва»	310
Радиола «Урал-47»	311
Приемники старых выпусков	313
Приемник БИ-234	313
Приемник СИ-235	315
Приемник 6Н-1	317
Приемник «Пионер»	319
Приемник СВД-9	322
Цветной код для выводных проводников трансформаторов, катушек и динамиков	324
Данные динамиков и трансформаторов	326

Глава XIV

Элементы коротковолновых передатчиков

Генераторы с самовозбуждением	328
Виды колебаний	330
Угол отсечки анодного тока	332
Режим работы генератора	332
Расчет генератора с независимым возбуждением	333
Колебательный контур передатчика	336
Потери в цепи сетки	337
Гридлики	337
Анодный дроссель и разделительный конденсатор	338
Удвоение частоты	338
Двухтактная схема	339
Расчет задающего каскада	339
Стабилизация частоты при помощи кварца	340
Включение телеграфного ключа	340
Применение экранированных ламп в передатчике	341
Генераторы ультракоротких волн	342
Радиотелефония	343

Глава XV

Приемные и передающие антенны

Приемные антенны	347
Детали устройства антенны	351
Заземление	353
Коротковолновые передающие антенны	354
Антенна с однопроводным фидером бегущей волны	354
Антенна с двухпроводным фидером бегущей волны	355
Г-образная антенна	355
Горизонтальный полуволновый вибратор с питанием стоячей волной	356
Антенны для ультракоротких волн	357

Глава XVI

Простейшие измерения

Определение неисправностей	358
Измерение тока	359
Измерение напряжения	360
Измерение сопротивления	361
Омметр-пробник типа М-57	363
Ламповый омметр	363
Маркировка электроизмерительных приборов, изготовляемых в СССР	364
Приложение	368
Литература	371

ПРЕДИСЛОВИЕ

Радио — одно из величайших достижений человечества — изобретено великим русским ученым Александром Степановичем Поповым в 1895 г.

В дореволюционной России радио не получило должного распространения. Резкий перелом в развитии радиотехники наступил только после Великой Октябрьской социалистической революции.

За годы сталинских пятилеток были созданы мощная радиопромышленность и разветвленная сеть радиосвязи и радиовещания.

Послевоенный пятилетний план восстановления и развития народного хозяйства СССР предусматривает дальнейший рост сети радиовещания: будет построено 28 новых радиовещательных станций. Радиоприемная сеть к 1950 г. возрастет на 75% по сравнению с довоенной.

Радио в нашей стране превратилось в могучую силу; являясь источником новых замечательных достижений техники, оно необычайно расширило границы научных исследований.

Наше советское радио служит пропаганде прогрессивных идей коммунистического общества, оно приобщает миллионы радиослушателей к новейшим достижениям культуры и искусства.

Советская наука неизменно занимала и занимает ведущее место во всех областях радиотехники. В поисках новых путей развития радиотехники нашим ученым — продолжателям дела, начатого А. С. Поповым, — принадлежит почетная и ведущая роль. Всему миру хорошо известны имена М. А. Бонч-Бруевича, М. В. Шулейкина, Б. А. Введенского, В. П. Вологодина и многих других.

История советского радио тесно связана с развитием радиолюбительства. Радиотехника начала быстро развиваться, когда радио стало достоянием широких масс, когда сотни тысяч радиолюбителей занялись глубоким изучением радиотехники, изобретательством и конструированием радиоаппаратуры.

Из рядов радиолюбителей вышли многие ведущие радиоспециалисты.

Настоящий справочник рассчитан на многочисленных советских радиолюбителей, любителей-коротковолновиков и техников-практиков.

В справочнике даны сведения, наиболее необходимые любителям в их практической работе, приведены данные по различным деталям, радиолампам и источникам питания радиоприемников, выпускаемых нашей промышленностью.

В книге описаны детекторные радиоприемники, схемы ламповых приемников, элементы коротковолновых передающих устройств и др., изложены вопросы самостоятельного упрощенного расчета элементов приемника и передатчика.

Учитывая, что настоящий справочник рассчитан на широкие круги радиолюбителей и радиослушателей, в том числе и на не обладающих необходимой технической подготовкой, справочный материал дополнен пояснениями и примерами, облегчающими понимание отдельных вопросов. Помимо использования упрощенных эмпирических формул, расчетные формулы, где это возможно, заменены графиками или таблицами.

В связи с большим кругом вопросов и ограниченностью объема настоящего справочника, в нем отсутствуют сведения по телевидению и электроакустике, а также недостаточно освещены отдельные специальные темы, представляющие интерес для более ограниченного числа радиолюбителей.

В приложении дана новая система обозначений отечественных радиоламп, введенная в период печатания книги.

Главы 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10 и 13 составил инж. И. Ю. Темпер, главы 4, 7, 11, 12, 14, 15 и 16 — инж. В. Е. Ошеров.

Все замечания и пожелания просим направлять по адресу: Киев, Красноармейская, 11, Гостехиздат Украины.

Авторы

ОБОЗНАЧЕНИЯ И ЕДИНИЦЫ

АЛФАВИТЫ

Латинский алфавит

A a	а	N n	эн
B b	бэ	O o	о
C c	цэ	P p	пэ
D d	дэ	Q q	ку
E e	э	R r	эр
F f	эф	S s	эс
G g	гэ	T t	тэ
H h	аш	U u	у
I i	и	V v	вэ
J j	йот	W w	дубль-вэ
K k	ка	X x	икс
L l	эль	Y y	игрек
M m	эм	Z z	зет

Греческий алфавит

Α α	альфа	Ν ν	ни (или ню)
Β β	бэта	Ξ ξ	кси
Γ γ	гамма	Ο ο	омикрон
Δ δ	дэльта	Π π	пи
Ε ε	эпсилон	Ρ ρ	ро
Ζ ζ	дзэта	Σ σ ς	сигма
Η η	эта	Τ τ	тау
Θ θ	тэта	Υ υ	ипсилон
Ι ι	иота	Φ φ	фи
Κ κ	каппа	Χ χ	хи
Λ λ	ламбда	Ψ ψ	пси
Μ μ	ми (или мю)	Ω ω	омега

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ ЕДИНИЦЫ АБСОЛЮТНОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ

Наименования	Сокращенные обозначения		Определения
	русским шрифтом	латинским (греческим) шрифтом	
I. Основные единицы			
Единица длины Метр	<i>м</i>	<i>m</i>	Единица длины, определяемая платино-иридиевой мерой, носящей знак 28 и являющейся Государственным эталоном длины СССР
Единица массы Килограмм	<i>кг</i>	<i>kg</i>	Единица массы, определяемая платино-иридиевой мерой, носящей знак 12 и являющейся Государственным эталоном массы СССР
Единица времени Секунда	<i>сек</i> <i>с</i>	<i>sec</i> <i>s</i>	Секунда среднего солнечного времени
Единица магнитной проницаемости Магн	<i>магн</i>	<i>mgn</i>	Магнитная проницаемость, равная $\frac{10^7}{4\pi}$ магнитной проницаемости пустоты
II. Механические единицы			
Единица скорости Метр в секунду	<i>м/сек</i>	<i>m/sec</i>	Скорость равномерно и прямолинейно движущейся точки, перемещающейся на 1 метр в секунду

Продолжение

Наименования	Сокращенные обозначения		Определения
	русским шрифтом	латинским (греческим) шрифтом	
Единица ускорения Метр на секунду в квадрате	$м/сек^2$	m/sec^2	Ускорение равномерно-ускоренно и прямолинейно движущейся точки, скорость которой изменяется на 1 метр в секунду в 1 секунду
Единица силы Ньюто н	$н$	n	Сила, сообщающая массе в 1 килограмм ускорение в 1 метр на секунду в квадрате
Единица работы Джоуль или ватт-секунда	$дж$ $вт-с$	j $\omega-s$	Работа, производимая силой в 1 ньютон при перемещении точки приложения этой силы на 1 метр по ее направлению
1 мегаватт-час = = 1 000 000 $вт-ч$	$мгвт-ч$	$M\omega h$	
1 киловатт-час = = 1000 $вт-ч$	$квт-ч$	$k\omega h$	
1 гектоватт-час = = 100 $вт-ч$	$гвт-ч$	$h\omega h$	
1 ватт-час = 3600 $вт-с$	$вт-ч$	ωh	
Единица мощности Ватт	$вт$	ω	Мощность, при которой в течение 1 секунды равномерно производится работа в 1 джоуль
1 мегаватт = = 1 000 000 $вт$	$мгвт$	$M\omega$	
1 киловатт = 1 000 $вт$	$квт$	$k\omega$	
1 гектоватт = 100 $вт$	$гвт$	$h\omega$	
1 милливатт = 0,001 $вт$	$мвт$	$m\omega$	
1 микроватт = = 0,000001 $вт$	$мквт$	$\mu\omega$	

Продолжение

Наименования	Сокращенные обозначения		Определения
	русским шрифтом	латинским (греческим) шрифтом	
III. Электрические и магнитные единицы Единица силы тока Ампер	<i>a</i>	<i>A</i>	Сила неизменяющегося электрического тока, который, протекая по каждому из двух бесконечно длинных параллельных прямолинейных проводников ничтожно малого кругового сечения, расположенных на расстоянии в 2 метра друг от друга в однородной и изотропной среде с магнитной проницаемостью в 4π магна, создает между этими проводниками силу взаимодействия в 1 ньютон на каждый метр длины
1 миллиампер = = 0,001 <i>a</i>	<i>ма</i>	<i>mA</i>	
1 микроампер = = 0,000001 <i>a</i>	<i>мка</i>	μA	
Единица количества электричества Кулон или ампер-секунда	<i>к</i> <i>a-c</i>	<i>с</i> <i>A-s</i>	Количество электричества, протекающее через поперечное сечение проводника в течение 1 секунды при неизменяющемся токе силой в 1 ампер

Продолжение

Наименования	Сокращенные обозначения		Определения
	русским шрифтом	латинским (греческим) шрифтом	
<p>Единица разности электрических потенциалов, электрического напряжения и электродвижущей силы</p> <p>Вольт</p>	<i>в</i>	<i>v</i>	Разность электрических потенциалов между двумя точками линейного проводника, по которому протекает неизменяющийся электрический ток силой в 1 ампер, когда мощность, потребляемая между этими точками, равна 1 ватту
1 киловольт = 1000 <i>в</i>	<i>кв</i>	<i>kv</i>	
1 милливольт = 0,001 <i>в</i>	<i>мв</i>	<i>mv</i>	
1 микровольт = = 0,000001 <i>в</i>	<i>мкв</i>	μv	
<p>Единица электрического сопротивления</p> <p>Ом</p>	<i>ом</i>	Ω	Электрическое сопротивление между двумя точками линейного проводника, в котором неизменяющаяся разность электрических потенциалов между этими точками в 1 вольт производит ток силой в 1 ампер
1 мегом = 1 000 000 <i>ом</i>	<i>мгом</i>	<i>MΩ</i>	
<p>Единица электрической емкости</p> <p>Фарада</p>	<i>ф</i>	<i>F</i>	Электрическая емкость конденсатора, между обкладками которого существует разность электри-

Продолжение

Наименования	Сокращенные обозначения		Определения
	русским шрифтом	латинским (греческим) шрифтом	
1 микрофарада = = 0,000001 ф	мкф	μF	ческих потенциалов в 1 вольт, когда он заряжен количеством электричества в 1 кулон
Единица магнитного потока Вебер	вб	wb	Магнитный поток, при убывании которого до нуля через поперечное сечение электрической цепи, сцепленной с этим потоком и имеющей сопротивление в 1 ом, протекает количество электричества, равное 1 кулоу
Единица магнитной индукции Вебер на квадратный метр	вб/м ²	wb/m^2	Магнитная индукция, при которой магнитный поток сквозь поверхность в 1 квадратный метр, расположенную в равномерном магнитном поле перпендикулярно к линиям магнитной индукции, равен 1 веберу
Единица индуктивности и взаимной индуктивности Генри	гн	H	Индуктивность электрической цепи, с которой сцепляется магнитный поток самоиндукции в 1 вебер, при силе неизменяющегося тока в цепи, равной 1 амперу

Продолжение

Наименования	Сокращенные обозначения		Определения
	русским шрифтом	латинским (греческим) шрифтом	
1 миллигенри = 0,001 гн	мгн	мН	Взаимная индуктивность двух электрических цепей, с одной из которых сцепляется магнитный поток взаимной индукции в 1 вебер при силе неизменяющегося тока в другой цепи, равной 1 амперу
1 микрогенри = 0,000001 гн	мкгн	μН	
1 сантиметр (индуктивности) = 0,000 000001 гн	см	ст	
Единица магнитодвижущей силы и разности магнитных потенциалов			
Ампер или ампервиток	а а-в	А А-ш	Магнитодвижущая сила вдоль замкнутого контура, однократно сцепленного с электрической цепью, по которой протекает ток силой в 1 ампер
Единица напряженности магнитного поля (магнитной силы)			
Ампер на метр	а/м	А/т	Напряженность магнитного поля в однородной и изотропной среде на расстоянии в $\frac{1}{2}\pi$ метра от бесконечно длинного прямолинейного проводника ничтожно малого кругового сечения, по которому протекает ток силой в 1 ампер

Дополнительные сведения

Точные значения вышеуказанных электрических и магнитных единиц определяются государственными эталонами, осуществляемыми и хранимыми Всесоюзным научно-исследовательским институтом метрологии им. Менделеева.

Для перехода от действовавших в СССР до 1 января 1948 г. международных единиц к абсолютным принимаются следующие соотношения:

1	международный джоуль	= 1,00020	абсолютного джоуля
1	"	ватт	= 1,00020 " ватта
1	"	ампер	= 0,99985 " ампера
1	"	кулон	= 0,99985 " кулона
1	"	вольт	= 1,00135 " вольта
1	"	ом	= 1,00050 " ома
1	международная фарада	= 0,99950	" фарады
1	международный вебер	= 1,00035	" вебера
1	"	генри	= 1,00050 " генри

ПРИНЯТЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

В е л и ч и н ы	Обозначения
Длина	<i>l</i>
Масса	<i>m</i>
Время	<i>t</i>
Площадь	<i>S</i>
Объем	<i>V</i>
Длина волны	λ
Полный период колебания	<i>T</i>
Частота колебаний	<i>f</i>
Скорость	<i>v</i>
Угловая скорость, угловая частота	ω
Энергия	<i>W</i>
Работа	<i>A</i>
Сила (механическая)	<i>F</i>
Мощность	<i>P</i>
Отдача (коэффициент полезного действия)	η
Количество тепла	<i>Q</i>
Температура (считаемая от 0° С)	<i>t</i>
Количество электричества (электрический заряд)	<i>Q, q</i>
Диэлектрическая проницаемость среды (диэлектрическая постоянная среды)	ϵ
Напряженность электрического поля (электрическая сила)	<i>E</i>
Электродвижущая сила	<i>E, e</i>
Электрическое напряжение	<i>U, u</i>
Разность электрических потенциалов, электрический потенциал	Γ, φ

Продолжение

В е л и ч и н ы	Обозначения
Электрическая емкость	C
Электрическое сопротивление	R, r
Удельное электрическое сопротивление	ρ
Ток	I, i
Магнитный поток (поток магнитной индукции)	Φ, φ
Магнитная масса	m
Магнитная индукция	B
Магнитная проницаемость среды	μ
Напряженность магнитного поля (магнитная сила)	H
Магнитодвижущая сила	F
Разность магнитных потенциалов (магнитное напряжение), магнитный потенциал	U_m
Индуктивность (коэффициент самоиндукции)	L
Взаимная индуктивность (коэффициент взаимной индукции)	M
Коэффициент связи	k
Мгновенное значение электродвижущей силы	e
Амплитуда напряжения	U_m, E_m
Эффективное (действующее, среднеквадратичное) значение напряжения	U, E
Активная составляющая напряжения	U_a, E_a
Реактивная составляющая напряжения	U_r, E_r
Мгновенное значение тока	i
Амплитуда тока	I_m
Эффективное (действующее, среднеквадратичное) значение тока	I
Активная составляющая тока	I_a
Реактивная составляющая тока	I_r
Мгновенное значение мощности	P
Активная мощность ¹	P_a
Реактивная мощность	P_r
Кажущаяся мощность	P_i
Разность фаз (угол сдвига)	φ
Активное сопротивление	R, r
Реактивное сопротивление	X, x
Индуктивное сопротивление	X_L
Емкостное сопротивление	X_C
Кажущееся (полное) сопротивление	Z, z
Активная проводимость	g
Реактивная проводимость	b
Индуктивная проводимость	b_L
Емкостная проводимость	b_C
Кажущаяся (полная) проводимость	y
Коэффициент сдвига фазы вдоль линии	α

¹ Если символ P не применяется для обозначения других величин, индекс a может быть опущен.

Продолжение

В е л и ч и н ы	Обозначения
Коэффициент затухания волны вдоль линии	β
Постоянная распространения волны вдоль линии	γ
Число фаз многофазной системы	m
Основание натуральных логарифмов	e
Логарифмический декремент затухания	δ
Характеристика контура (волновое сопротивление контура)	ρ
Добротность контура	Q
Угол потерь в диэлектрике $\left(\delta = \frac{\pi}{2} - \varphi\right)$	δ
Внутреннее сопротивление электронной лампы	R_i
Коэффициент усиления электронной лампы ¹	μ
Крутизна характеристики электронной лампы	S
Коэффициент трансформации	n
Коэффициент модуляции	m

Величины, относящиеся к антенне, обозначаются индексом A , например λ_A — собственная длина волны антенны.

Динамические величины обозначаются индексом d , например C_d — динамическая емкость антенны.

Эффективные (действующие) величины обозначаются индексом e , например h_e — эффективная (действующая) высота антенны; L_e — эффективная (действующая) индуктивность.

Эквивалентные величины обозначаются индексом oe , например r_{oe} — сопротивление, эквивалентное потерям.

Величины, относящиеся к цепи катода электронной лампы, обозначаются индексом f , например U_f — напряжение накала.

Если необходимо различать цепи катода и его накала, например, в электронной лампе с подогревом, для обозначения величин, относящихся к катоду, применяется индекс k .

Величины, относящиеся к цепи сетки электронной лампы, обозначаются индексом g , например I_g — ток сетки.

Для обозначения величин, относящихся к экранирующей сетке, применяется индекс g в скобках (g) , например $U(g)$ — напряжение экранирующей сетки.

Величины, относящиеся к единице длины, обозначаются индексом l , например C_l — емкость на единицу длины; L_l — индуктивность на единицу длины.

Величины, относящиеся к модуляции, обозначаются индексом M , например I_M — модуляционный ток.

Величины, относящиеся к начальным или исходным значениям, обозначаются индексом o , например I_o — сила начального анодного тока, соответствующего заданному сеточному смещению.

¹ Если в формулах встречается величина, обратная коэффициенту усиления электронной лампы (прозрачность сетки), для обозначения этой величины применяется символ D .

Статические величины и величины, относящиеся к насыщению, обозначаются индексом s , например C_s — статическая емкость; I_s — ток насыщения.

Кроме перечисленных, в качестве индексов применяются также указанные выше обозначения C и L , например U_C — напряжение на зажимах конденсатора.

ЭЛЕМЕНТЫ РАДИОСХЕМ И ИХ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

В радиосхемах детали изображают в виде условных обозначений и знаков, соединенных линиями, которые соответствуют проводам.

На схеме электрическое соединение проводников (контакт) изображается жирной точкой в месте их пересечения.


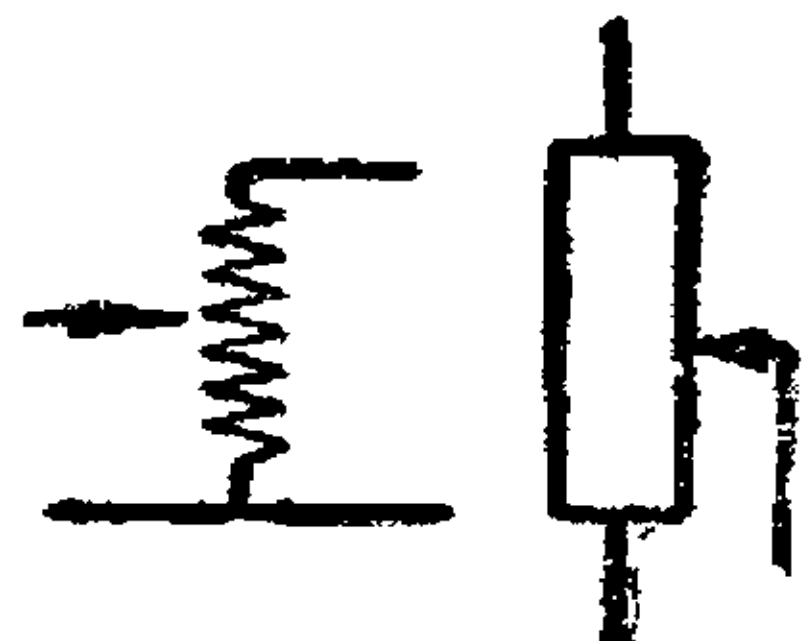
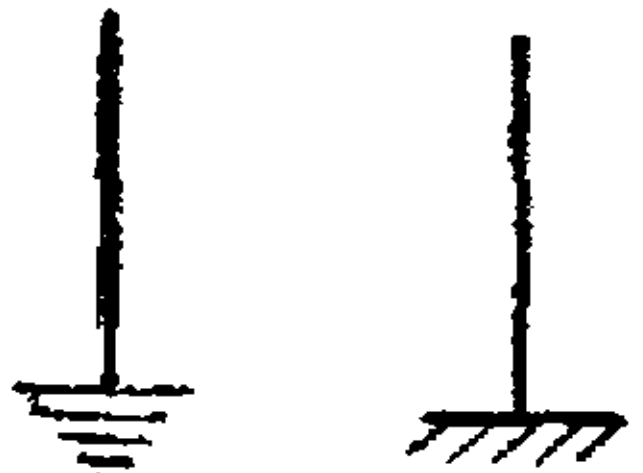



В местах схемы, где один провод не должен соединяться с другим, жирной точки не ставят или линия этого провода пересекает другую, изгибаясь в месте пересечения петель.

Самоиндукция изображается в виде спирали, конденсатор — в виде двух параллельных жирных линий и т. д.

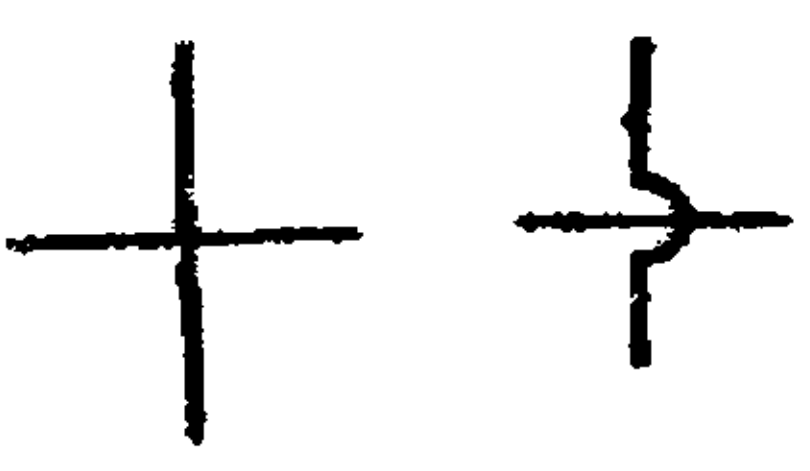
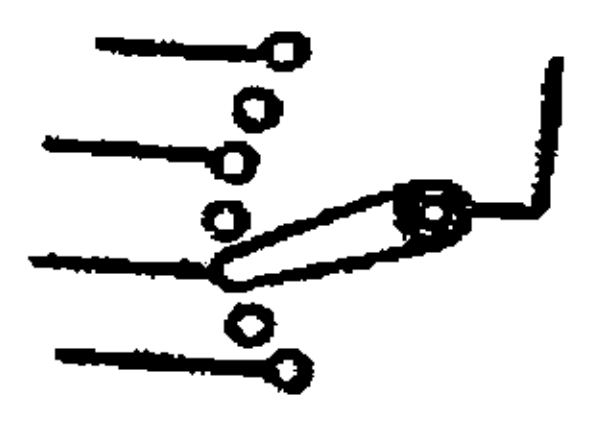
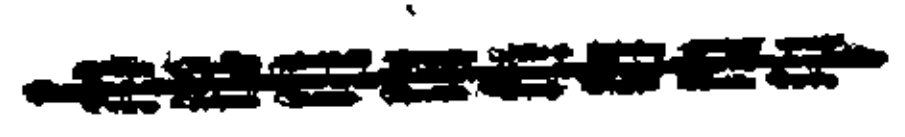
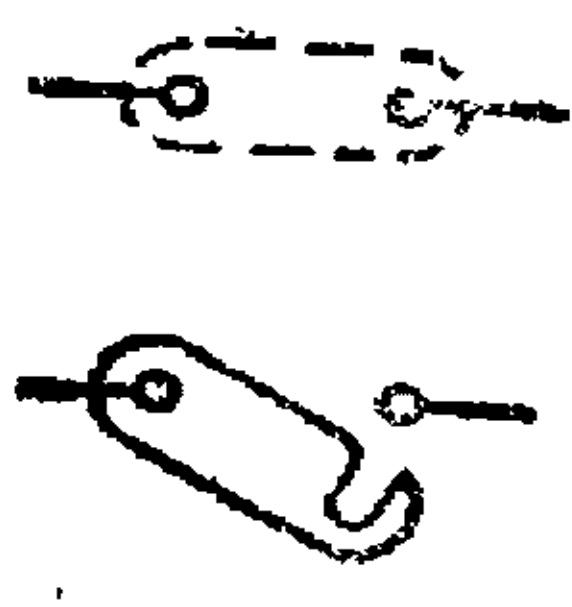
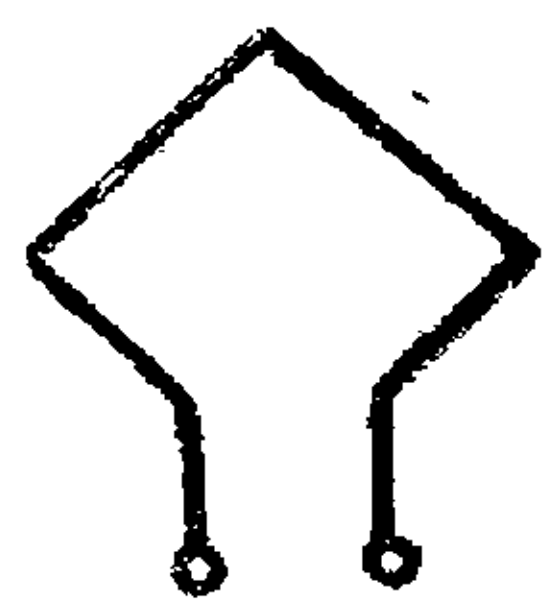

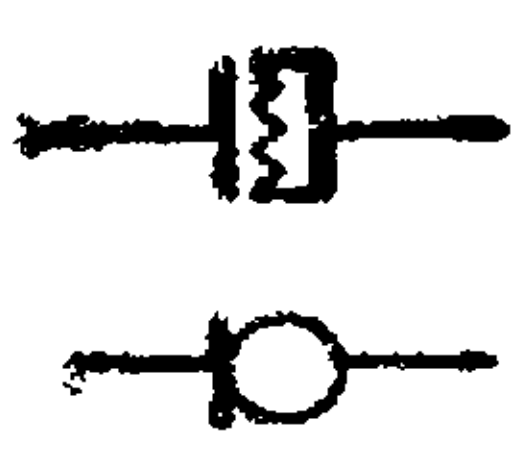



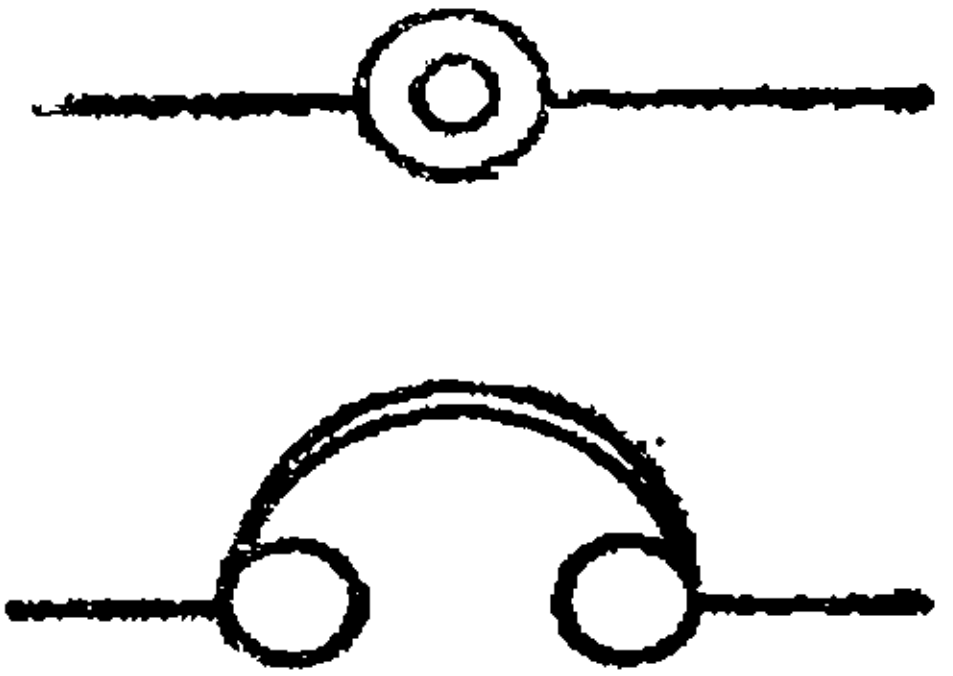
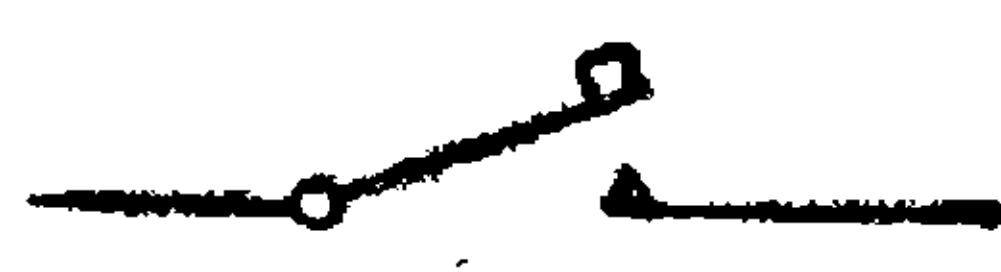

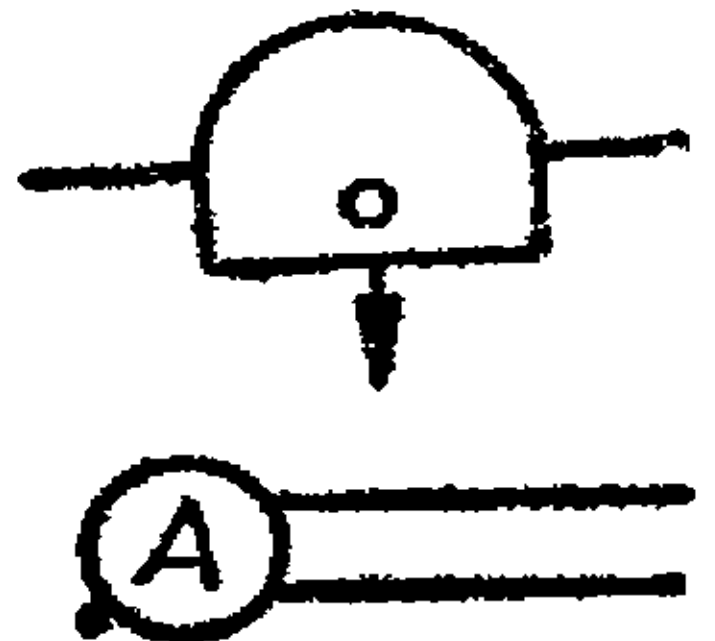
Если самоиндукция катушки, емкость конденсатора и т. п. могут изменяться по величине, т. е. бывают переменными, то условное изображение данной детали пересекается наклонной стрелкой.

Ниже приведены условные обозначения, принятые в схемах, и условные обозначения электронных ламп.

Условные обозначения элементов радиосхем

Условные обозначения	Элементы радиосхем	Условные обозначения	Элементы радиосхем
	Антенна		Потенциометр
	Земля		Гальванический элемент или аккумулятор
	Соединение проводов		Детектор кристаллический (купроксный, селеновый элемент)

Продолжение

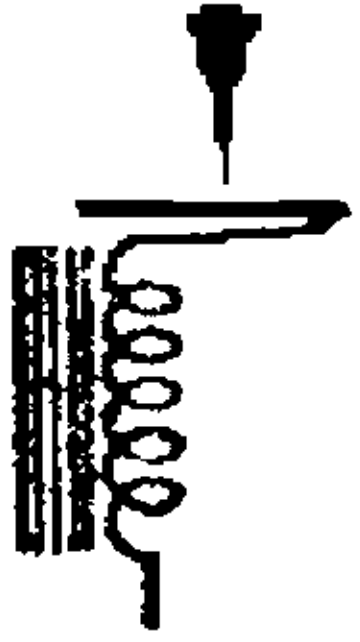
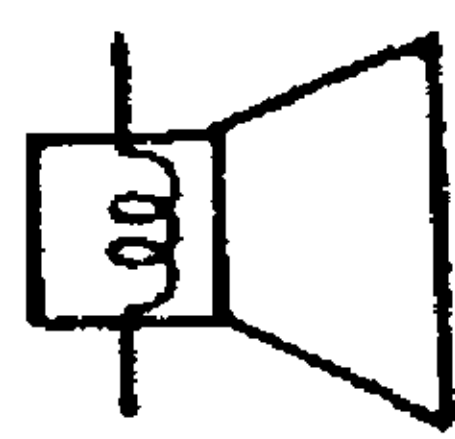

Условные обозначения	Элементы радиосхем	Условные обозначения	Элементы радиосхем
	Пересечение проводов без соединения		Переключатель (ползунок) с контактами
	Провод в металлическом экране		Перемычка
	Рамочная антенна		Клемма
	Микрофон		Пьезоэлемент
	Симметричная антенна		Кварц
	Головной телефон		Ключ Морзе
	Катушка самоиндукции		Адаптер

Продолжение

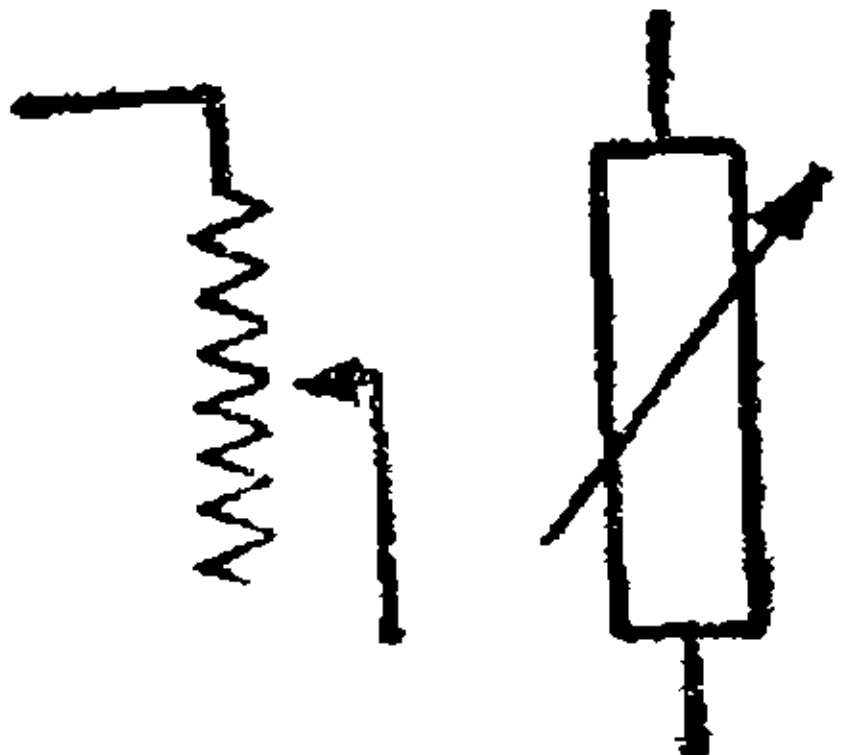

Условные обозначения	Элементы радиосхем	Условные обозначения	Элементы радиосхем
	Катушка самоиндукции с отводами		Рекордер
	Ваттметр		Предохранитель (указывается ток плавления)
	Дроссель высокой частоты (без железного сердечника)		Вольтметр постоянного тока ¹
	Дроссель низкой частоты		Вольтметр переменного тока ¹
	Катушка с выдвигающимся магнетитовым сердечником		Выключатель
	Трансформатор низкой частоты		Электромагнитный громкоговоритель

¹ Так же обозначаются и другие измерительные приборы, но с соответствующими буквами: А — амперметр, mA — миллиамперметр, G или Г — гальванометр, Ω — омметр и т. д.

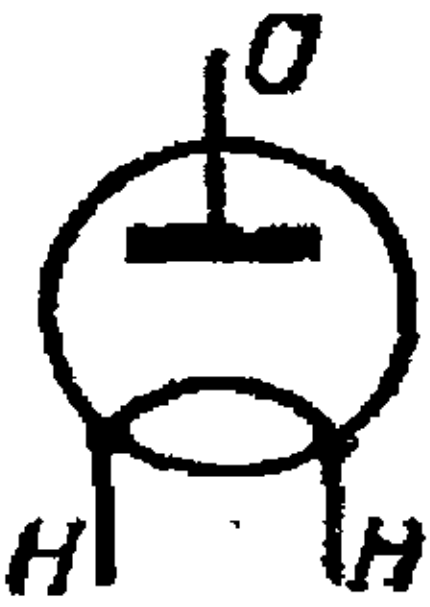

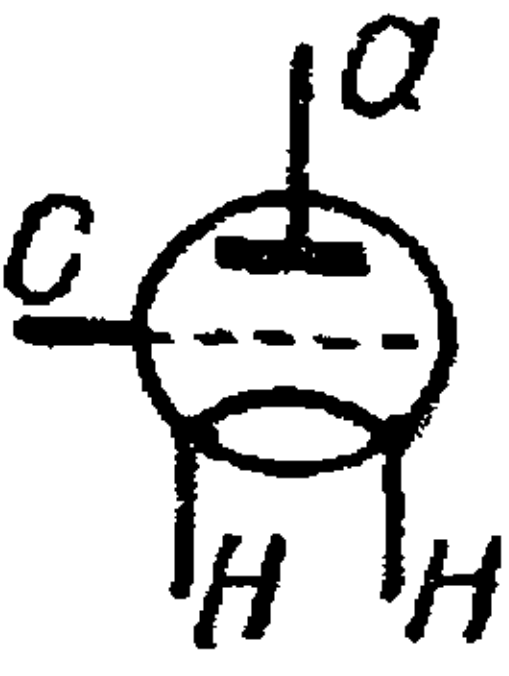
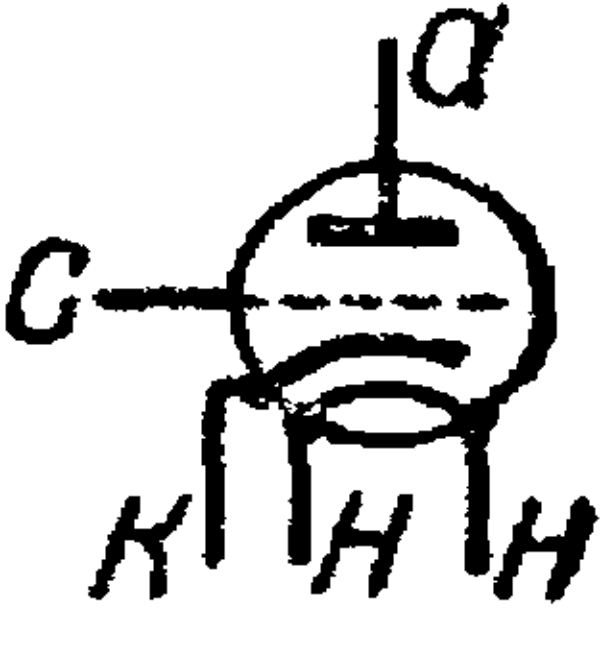
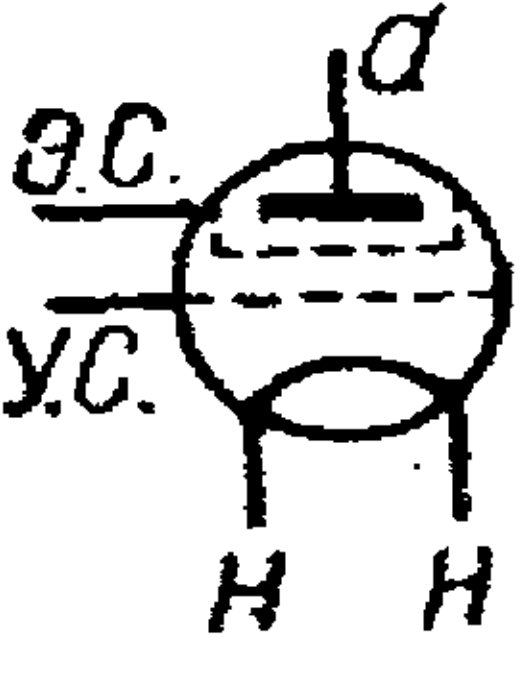
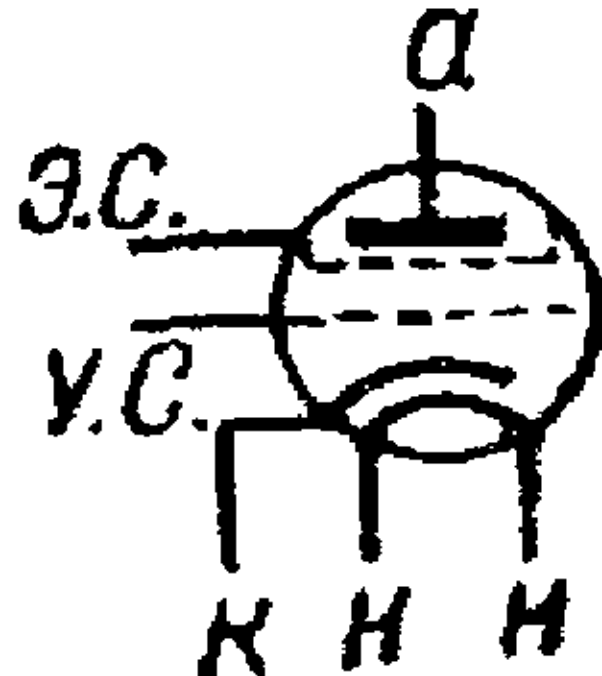
Продолжение

Условные обозначения	Элементы радиосхем	Условные обозначения	Элементы радиосхем
	Зуммер		Электродина- мический гром- коговоритель с постоянным магнитом
	Конденсатор постоянной емкости		Электродина- мический гром- коговоритель с подмагничи- ванием
	Полуперемен- ный конденса- тор (триммер)		Источник постоянного напряжения
	Конденсатор переменной емкости		Источник переменного напряжения
	Электролити- ческий конденса- тор (указы- вается поляр- ность включе- ния)		Электрическая лам- па (лампочка осве- щения шкалы при- емника; указыва- ются напряжение и мощность)
	Сопротивление постоянное		Неоновая лампа

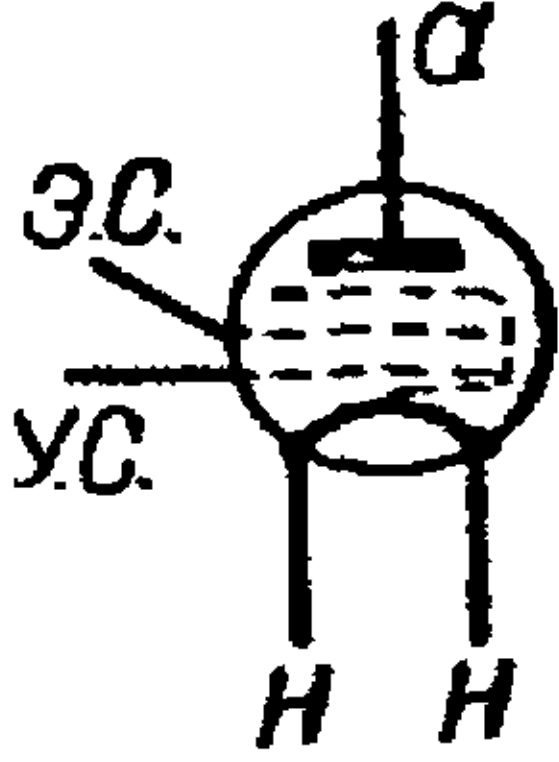
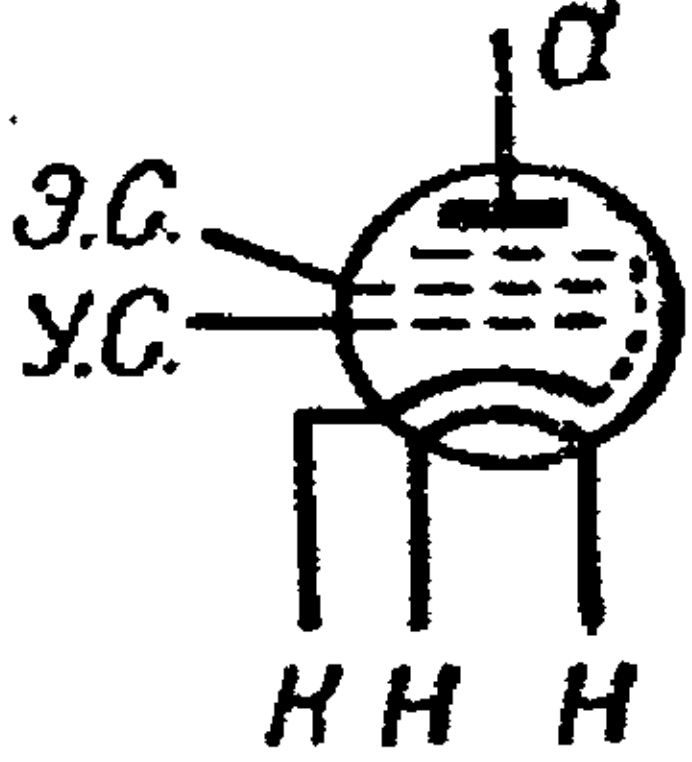
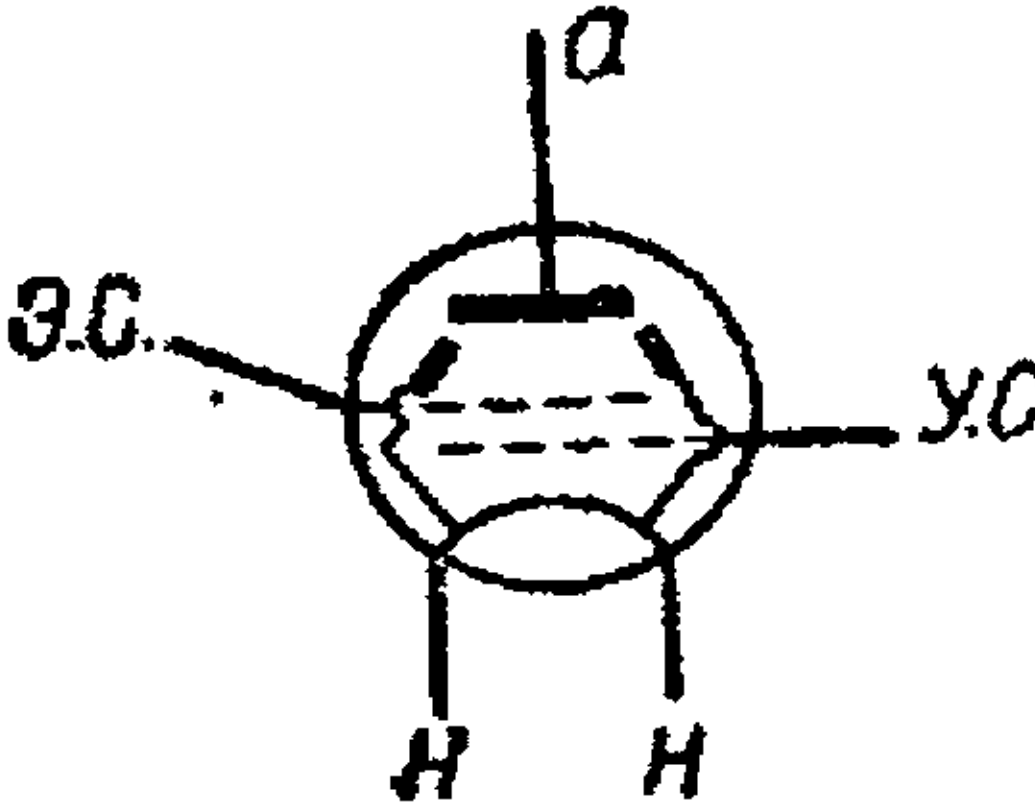
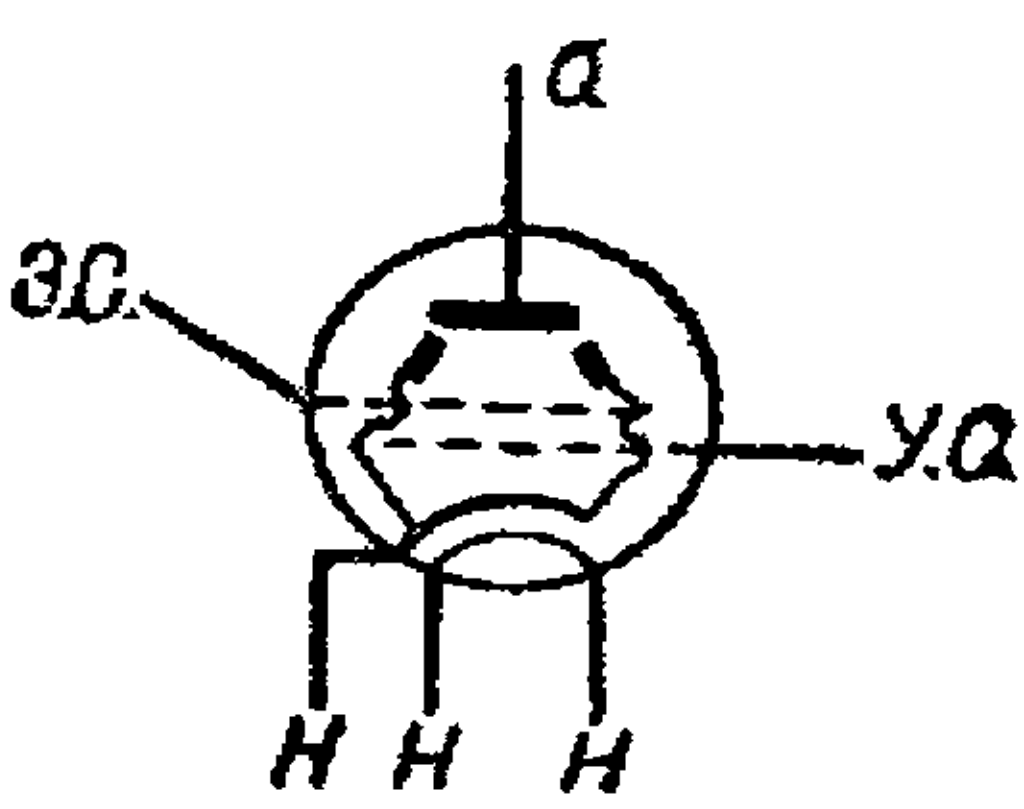
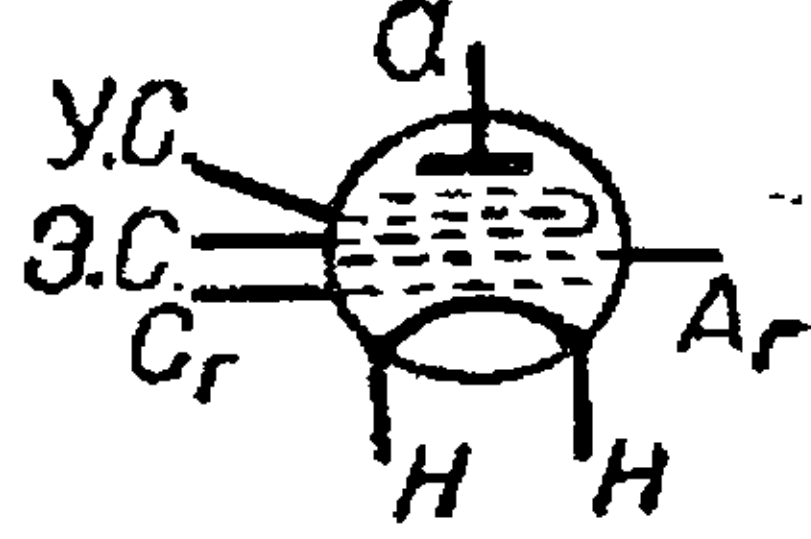
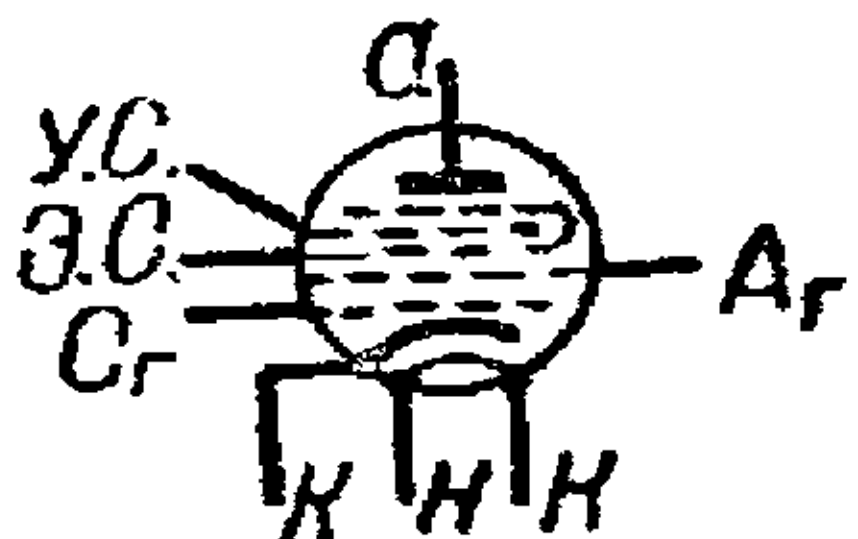
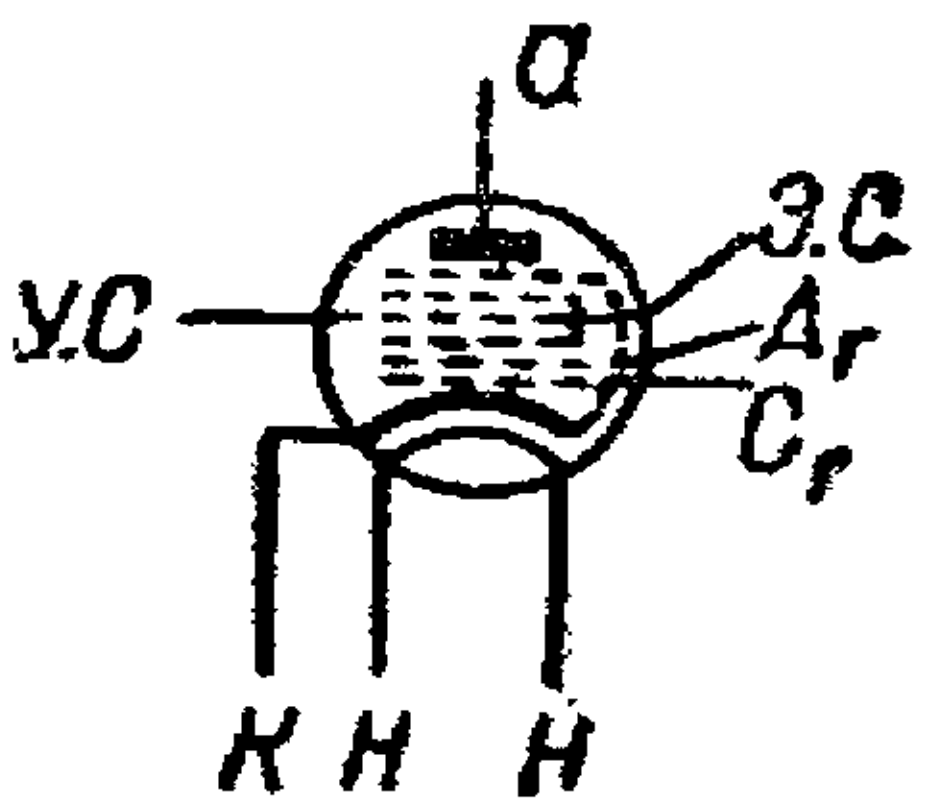
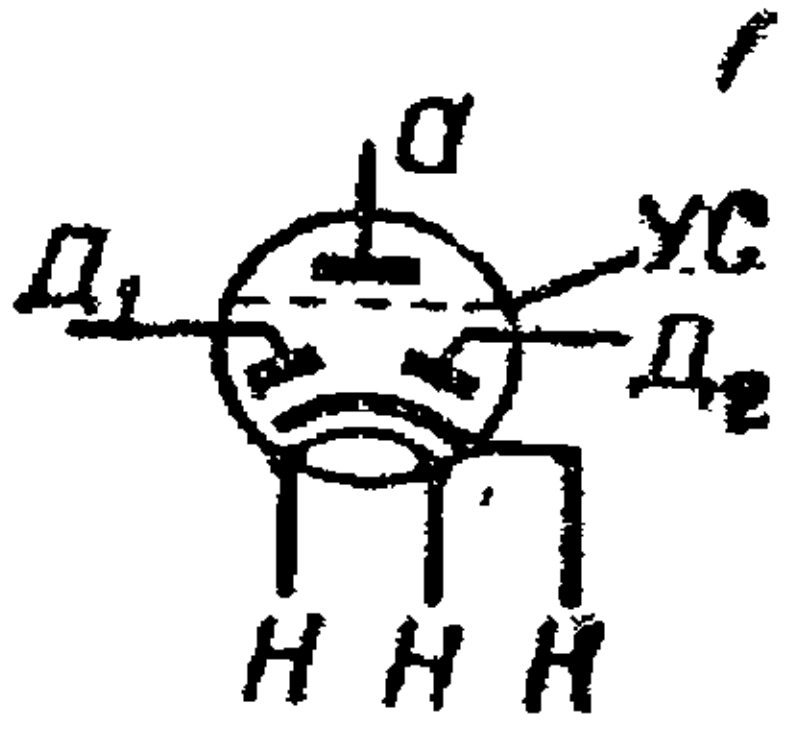
Продолжение

Условные обозначения	Элементы радиосхем	Условные обозначения	Элементы радиосхем
	Сопrotивление переменное (реостат)		Фотоэлемент

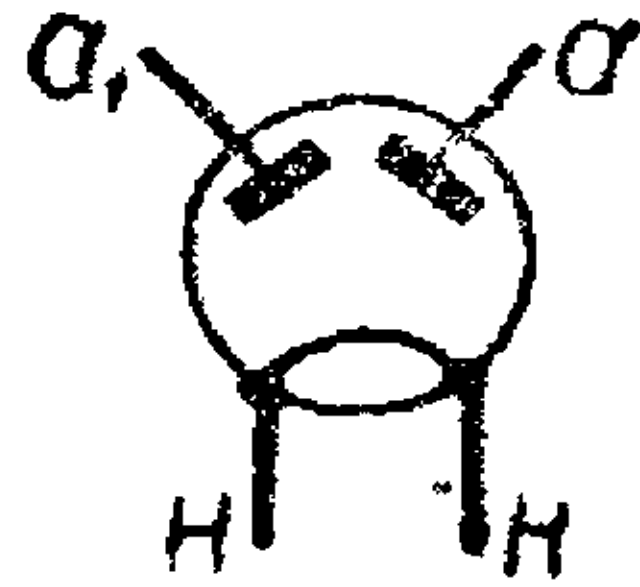
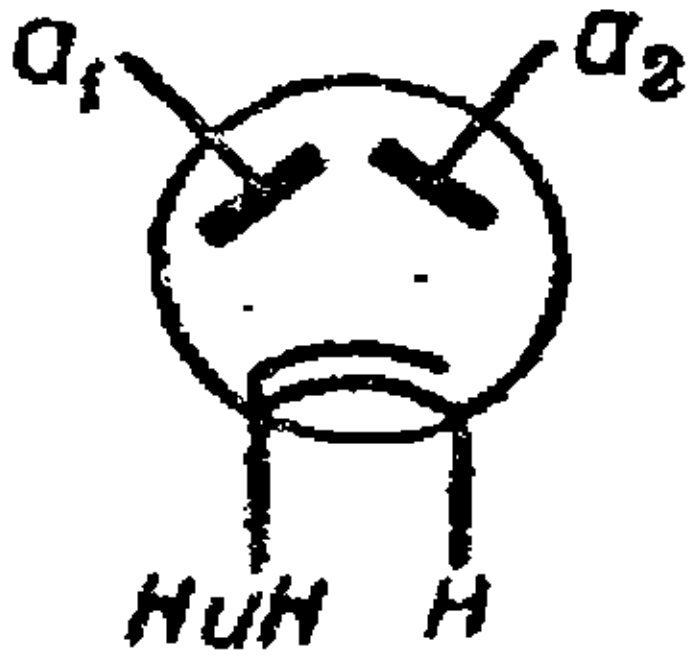

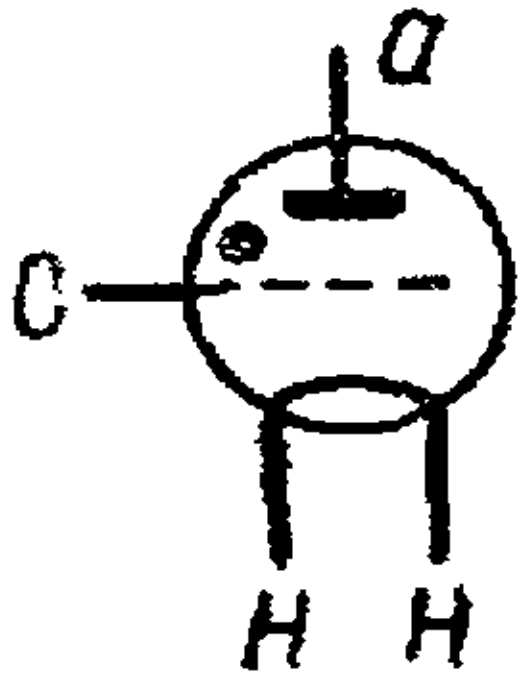
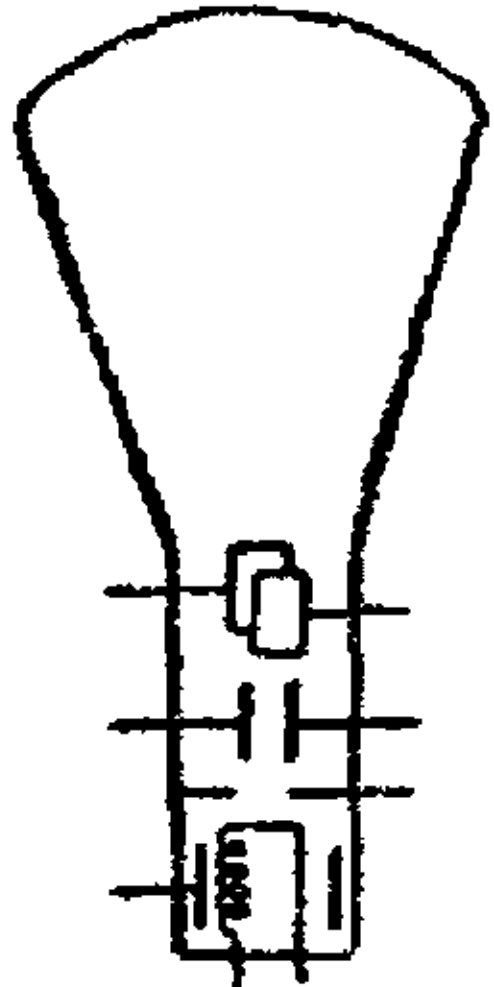
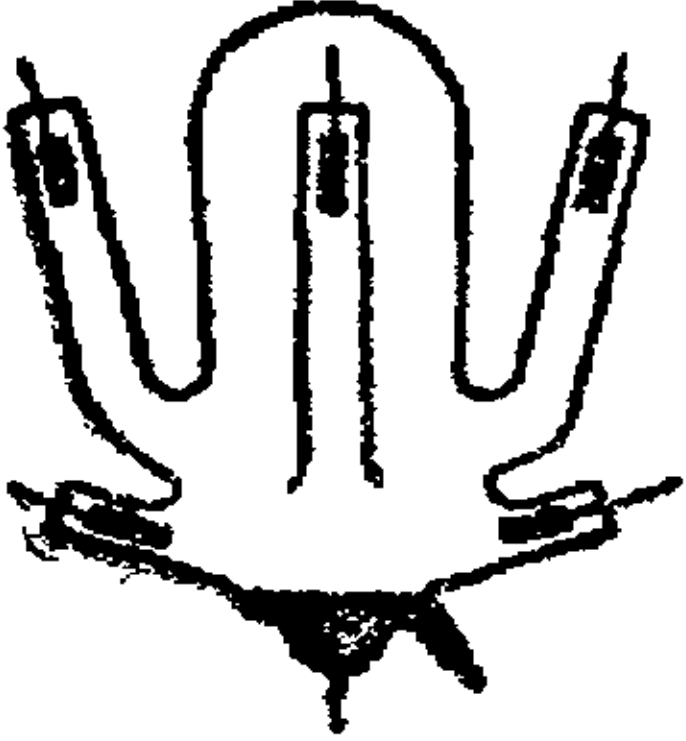
Условные обозначения электронных ламп

Типы ламп	Лампы прямого накала (неподогревные)	Лампы косвенного накала (подогревные)
Диод		
Триод		
Тетрод (экранированная лампа)		

Продолжение

Типы ламп	Лампы прямого накала (неподогревные)	Лампы косвенного накала (подогревные)
Пентод		
Тетрод лучевой		
Гептод		
Октод		
Двойной диод-триод		

<i>Продолжение</i>		
Типы ламп	Лампы прямого накала (неподогревные)	Лампы косвенного накала (подогревные)
Двойной диод-пентод		
Триод-гексод		
Двойной триод		
Электронный индикатор («магический глаз»)		
Кенотрон одноэнодный		

Продолжение		
Типы ламп	Лампы прямого накала (неподогревные)	Лампы косвен- ного накала (подогревные)
Кенотрон двуханодный Двойной диод		
Газотрон		
Тиратрон		
Электронно-лучевая трубка		
Ртутная колба		

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ МАТЕМАТИКИ

ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ФОРМУЛАХ

Знак	Пояснение
+	Сложение (плюс)
-	Вычитание (минус)
• или ×	Умножение; знак умножения обычно не ставится перед числом, обозначенным буквой, и перед скобками
: или —	Деление
≡	Равно
≠	Неравно
≈	Приблизительно равно
≐	Тождественно или тождественно равно (применяется в случаях, когда желательно особо отметить тождественность обеих частей равенства)
<	Меньше
>	Больше
≤	Меньше или равно (не больше)
≥	Больше или равно (не меньше)
⊥	Перпендикулярно
∥	Параллельно
≡	Равно и параллельно
∝	Подобно
△	Треугольник
∠	Плоский угол
∩ или ∪	Дуга
π	Отношение длины окружности к диаметру, равное 3,14159
a ^k	a в степени k
√ ⁿ	Корень n-ой степени
Ig	Логарифм при основании 10 (обыкновенный, или десятичный логарифм)
ln	Логарифм при основании e = 2,71828 (натуральный логарифм)
Σ	Сумма

СВЕДЕНИЯ ИЗ АЛГЕБРЫ

При алгебраическом сложении числа, обозначенные буквами, переписываются одно за другим со своими знаками. Например:

$$(+a) + (-b) + (+c) = a - b + c.$$

При вычитании у вычитаемых меняется знак:

$$(+a) - (-b) - (+c) = a + b - c.$$

При умножении множители переписываются один за другим, причем произведение будет со знаком плюс (+), если число отрицательных множителей будет четным, и со знаком минус (-), если число таких множителей будет нечетным. Например:

$$(+a) \cdot (-b) \cdot (-c) = abc;$$

$$(+a) \cdot (-b) \cdot (+c) = -abc.$$

При алгебраическом делении, обозначаемом как $\frac{a}{b}$ либо $a : b$, правило знаков такое же, как и при умножении.

Возведение в n -ую степень — это простое умножение n равных множителей. Например:

$$2^5 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 32.$$

Число n , показывающее, сколько раз данное число берется множителем, называется показателем степени. В нашем примере $a^n = 2^5$, т. е. $a = 2$ и $n = 5$.

Примечание. Вторая степень какого-либо числа называется его квадратом, а третья степень — кубом его.

Извлечение корня является действием, противоположным возведению в степень. Если в предыдущем примере при возведении числа $a = 2$ в степень $n = 5$ мы получили результат, равный 32, то при извлечении из этого числа корня пятой степени получим:

$$\sqrt[5]{32} = 2,$$

т. е., если $a^n = b$, то $\sqrt[n]{b} = a$. В этом случае число n называется показателем корня, знак $\sqrt{\quad}$ — знаком корня, или радикалом, а стоящее под корнем число b — подкоренным выражением.

Примечание. Если показателем корня является 2, его обычно не пишут. Корень второй степени называется квадратным, третьей степени — кубическим.

Всякое число можно возвести в любую степень и получить совершенно точный результат. Точно так же из всякого положительного числа можно извлечь корень, но результат в большинстве случаев

можно найти лишь приближенно, хотя и с большой точностью. Например:

$$\begin{aligned}\sqrt{4} &= 2; \\ \sqrt{5} &= 2,2361; \\ \sqrt{6} &= 2,4495.\end{aligned}$$

Для радиолюбительских расчетов обычно вполне достаточна точность до второго знака.

Если какое-то число a надо возвести в некоторую степень n и из того, что получится, надо извлечь корень степени m , то это изображается как $\sqrt[m]{a^n}$ либо как $\sqrt[n]{a^m}$, либо же как $a^{\frac{n}{m}}$.

Например, $4^{\frac{3}{2}}$ равно $\sqrt{4^3} = \sqrt{64} = 8$ или $4^{\frac{3}{2}} = (\sqrt{4})^3 = 2^3 = 8$.

Показатель степени может быть и отрицательным. Возвести какое-нибудь число a в отрицательную степень ($-n$), значит возвести обратное число $\frac{1}{a}$ в положительную степень и наоборот. Например:

$$a^n = \left(\frac{1}{a}\right)^{-n} \text{ или } a^n = \frac{1}{a^{-n}}.$$

Правила возведения в степень могут быть выражены в следующих основных формулах:

1. $(+a)^n = +a^n$.
2. $(-a)^{2n} = +a^{2n}$.
3. $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$.
4. $a^m : a^n = a^{m-n}$.
5. $(a^m)^n = a^{mn}$.
6. $\sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}}$.
7. $a^n \cdot b^n = (ab)^n$.
8. $1 : a^n = (1 : a)^n = a^{-n}$.
9. $a^0 = 1$.
10. $(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$.
11. $(a \pm b)^3 = a^3 \pm 3a^2b + 3ab^2 \pm b^3$.

При вычислениях в формулах для упрощения расчетов допустимо округлять числа, ограничиваясь первыми тремя цифрами, заменяя последующие нулями. Например, вместо 103823 следует брать 104000.

Таблица 1

Квадраты, корни квадратные и кубы чисел от 1 до 100

n	n^2	\sqrt{n}	n^3	n	n^2	\sqrt{n}	n^3
1	1	1,000	1	51	2601	7,141	132651
2	4	1,414	8	52	2704	7,211	140608
3	9	1,732	27	53	2809	7,280	148877
4	16	2,000	64	54	2916	7,348	157464
5	25	2,236	125	55	3025	7,416	166375
6	36	2,449	216	56	3136	7,483	175616
7	49	2,645	343	57	3249	7,549	185193
8	64	2,828	512	58	3364	7,615	195112
9	81	3,000	729	59	3481	7,681	205379
10	100	3,162	1000	60	3600	7,746	216000
11	121	3,316	1331	61	3721	7,810	226981
12	144	3,464	1728	62	3844	7,874	238328
13	169	3,605	2197	63	3969	7,937	250047
14	196	3,741	2744	64	4096	8,000	262144
15	225	3,873	3375	65	4225	8,062	274625
16	256	4,000	4096	66	4356	8,124	287496
17	289	4,123	4913	67	4489	8,186	300763
18	324	4,242	5832	68	4624	8,246	314432
19	361	4,358	6859	69	4761	8,306	328509
20	400	4,742	8000	70	4900	8,366	343000
21	441	4,582	9261	71	5041	8,426	357911
22	484	4,690	10648	72	5184	8,485	373248
23	529	4,795	12167	73	5329	8,544	389017
24	576	4,899	13824	74	5476	8,602	405224
25	625	5,000	15625	75	5625	8,660	421875
26	676	5,099	17576	76	5776	8,717	438976
27	729	5,196	19683	77	5929	8,775	456533
28	784	5,291	21952	78	6084	8,831	474552
29	841	5,385	24389	79	6241	8,888	493039
30	900	5,477	27000	80	6400	8,944	512000
31	961	5,567	29791	81	6561	9,000	531441
32	1024	5,656	32768	82	6724	9,055	551368
33	1089	5,744	35937	83	6889	9,110	571787
34	1156	5,831	39304	84	7056	9,165	592704
35	1225	5,916	42875	85	7225	9,219	614125
36	1296	6,000	46656	86	7396	9,275	636056
37	1369	6,082	50653	87	7569	9,327	658503
38	1444	6,164	54872	88	7744	9,380	681472
39	1521	6,245	59319	89	7921	9,434	702999
40	1600	6,324	64000	90	8100	9,486	729000
41	1681	6,403	68921	91	8281	9,539	753571
42	1764	6,480	74088	92	8464	9,591	778688
43	1849	6,557	79507	93	8649	9,643	804357

Продолжение

n	n^2	\sqrt{n}	n^3	n	n^2	\sqrt{n}	n^3
44	1936	6,633	85184	94	8836	9,695	830584
45	2025	6,708	91125	95	9025	9,746	857375
46	2116	6,782	97336	96	9216	9,798	884736
47	2209	6,855	103823	97	9409	9,848	912673
48	2304	6,928	110592	98	9604	9,899	941192
49	2401	7,000	117649	99	9801	9,959	970299
50	2500	7,071	125000	100	10000	10,000	1000000

СВЕДЕНИЯ ИЗ ТРИГОНОМЕТРИИ

Обозначения тригонометрических функций

sin синус,

ctg котангенс,

cos косинус,

sec секанс,

tg тангенс,

cosec косеканс,

Для обозначения степени тригонометрической функции показатель степени ставится при знаке этой функции. Например: $\sin^2 \alpha$.

Основные формулы тригонометрии

Функции одного угла:

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1;$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha;$$

$$\sin \alpha \cdot \operatorname{cosec} \alpha = 1;$$

$$\sec^2 \alpha - \operatorname{tg}^2 \alpha = 1;$$

$$\cos \alpha \cdot \sec \alpha = 1;$$

$$\operatorname{cosec}^2 \alpha - \operatorname{ctg}^2 \alpha = 1;$$

$$\frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \operatorname{ctg} \alpha;$$

$$\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{ctg} \alpha = 1.$$

Выражение одной функции через другую функцию того же угла:

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha}};$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}} = \frac{\operatorname{ctg} \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha}};$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha} = \frac{1}{\operatorname{ctg} \alpha};$$

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{\sin \alpha} = \frac{\cos \alpha}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}} = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

Значение функций некоторых углов:

$$\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \frac{1}{2} \sqrt{2};$$

$$\operatorname{tg} 45^\circ = \operatorname{ctg} 45^\circ = 1;$$

$$\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2};$$

$$\cos 30^\circ = \sin 60^\circ = \frac{1}{2} \sqrt{3};$$

$$\operatorname{tg} 30^\circ = \operatorname{ctg} 60^\circ = \frac{1}{3} \sqrt{3}.$$

Функции суммы и разности двух углов:

$$\sin (\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta;$$

$$\cos (\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta;$$

$$\operatorname{tg} (\alpha \pm \beta) = (\operatorname{tg} \alpha \pm \operatorname{tg} \beta) : (1 \mp \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta);$$

$$\operatorname{ctg} (\alpha \pm \beta) = (\operatorname{ctg} \alpha \operatorname{ctg} \beta \mp 1) : (\operatorname{ctg} \beta \pm \operatorname{ctg} \alpha).$$

Таблица 2

Значения тригонометрических функций с точностью до 0,001
(через 1°)

Углы (в градусах)	sin	cos	tg	ctg	
0	0,000	1,000	0,000	∞	90
1	0,017	1,000	0,017	57,290	89
2	0,035	0,999	0,035	28,636	88
3	0,052	0,999	0,052	19,081	87
4	0,070	0,998	0,070	14,301	86
5	0,087	0,996	0,087	11,430	85
6	0,105	0,995	0,105	9,514	84
7	0,122	0,993	0,123	8,144	83
8	0,139	0,990	0,141	7,115	82
9	0,156	0,988	0,158	6,314	81
10	0,174	0,985	0,176	5,671	80
11	0,191	0,982	0,194	5,145	79
12	0,208	0,978	0,213	4,705	78
13	0,225	0,974	0,231	4,331	77
14	0,242	0,970	0,249	4,011	76
15	0,259	0,966	0,268	3,732	75
16	0,276	0,961	0,287	3,487	74
17	0,292	0,956	0,306	3,271	73
18	0,309	0,951	0,325	3,078	72
19	0,326	0,946	0,344	2,904	71
20	0,342	0,940	0,364	2,747	70
21	0,358	0,934	0,384	2,605	69
22	0,375	0,927	0,404	2,475	68
23	0,391	0,921	0,424	2,356	67
24	0,407	0,914	0,445	2,246	66
	cos	sin	ctg	tg	Углы (в градусах)

3*

Продолжение

Углы (в градусах)	sin	cos	tg	ctg	
25	0,423	0,906	0,466	2,145	65
26	0,438	0,899	0,488	2,050	64
27	0,454	0,891	0,510	1,963	63
28	0,469	0,883	0,532	1,881	62
29	0,485	0,875	0,554	1,804	61
30	0,500	0,866	0,577	1,732	60
31	0,515	0,857	0,601	1,664	59
32	0,530	0,848	0,625	1,600	58
33	0,545	0,839	0,649	1,540	57
34	0,559	0,829	0,675	1,483	56
35	0,574	0,819	0,700	1,428	55
36	0,588	0,809	0,727	1,376	54
37	0,602	0,799	0,754	1,327	53
38	0,616	0,788	0,781	1,280	52
39	0,629	0,777	0,810	1,235	51
40	0,643	0,766	0,839	1,192	50
41	0,656	0,755	0,869	1,150	49
42	0,669	0,743	0,900	1,111	48
43	0,682	0,731	0,933	1,072	47
44	0,695	0,719	0,966	1,036	46
45	0,707	0,707	1,000	1,000	45
	cos.	sin	ctg	tg	Углы (в градусах)

ПОСТОЯННЫЙ ТОК**Закон Ома**

Закон Ома показывает зависимость между тремя величинами, характеризующими участок электрической цепи, по которой протекает ток, а именно: между током (I), напряжением на концах участка цепи (U) и сопротивлением (R). Эта зависимость выражается формулой:

$$I = \frac{U}{R}, \quad (3,1)$$

т. е. ток в данном участке электрической цепи равен напряжению на концах этого участка, деленному на величину его сопротивления.

Из этой основной формулы легко получить выражения для двух остальных величин, входящих в формулу:

$$U = IR \quad \text{и} \quad R = \frac{U}{I}.$$

Если известна величина электродвижущей силы источника тока E , внутреннее сопротивление его r и сопротивление внешней цепи R , то ток находят из уравнения

$$I = \frac{E}{R + r}, \quad (3,2)$$

т. е. ток в каждой цепи равен электродвижущей силе, деленной на полное сопротивление.

Законы Кирхгофа

Ток, поступающий в цепь, состоящую из параллельно соединенных сопротивлений, разветвляется в ней и течет по каждому из сопротивлений. Например, при параллельном соединении трех сопротивлений имеем:

$$I = I_1 + I_2 + I_3, \quad (3,3)$$

т. е. сумма токов, подходящих к точке разветвления, равна сумме токов, выходящий из нее. Этот закон известен под названием первого закона Кирхгофа.

Это правило относится к любому числу параллельно включенных омических сопротивлений.

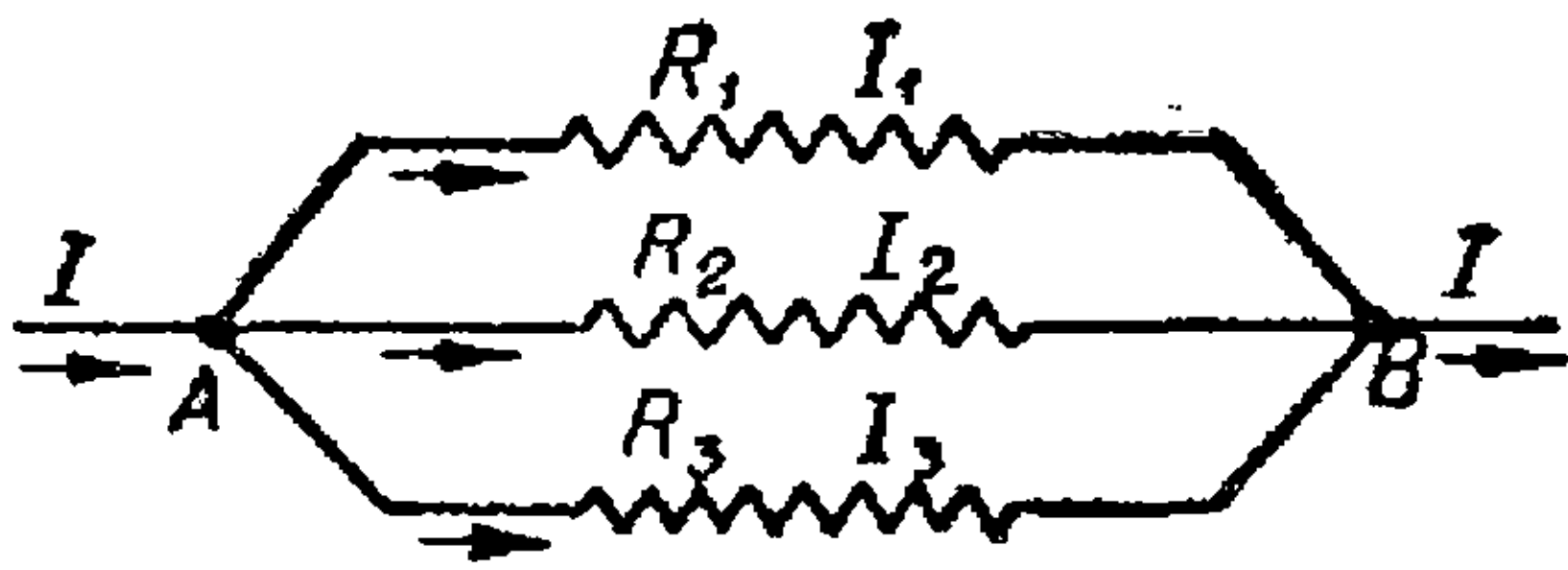


Рис. 1. Параллельное включение омических сопротивлений.

Так как напряжение между точками А и В общее для всех трех цепей (рис. 1), то на основании закона Ома можно написать:

$$I_1 R_1 = U; \quad I_2 R_2 = U \quad \text{и} \quad I_3 R_3 = U$$

ИЛИ

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 = I_3 R_3.$$

Из последнего выражения видно, что больший ток всегда проходит по цепи, имеющей меньшее сопротивление и, наоборот, меньшей силы ток проходит по цепям, имеющим большее сопротивление.

В сложных цепях отдельные ветви могут иметь еще и собственные источники электродвижущих сил. В таких случаях пользуются вторым законом Кирхгофа, который формулируется так: в замкнутом контуре алгебраическая сумма произведений токов на сопротивления соответствующих участков контура равна алгебраической сумме электродвижущих сил, действующих на участках этого контура:

$$\sum IR = \sum E.$$

Закон Джоуля — Ленца

Электрический ток, проходя через проводник, нагревает его.

Установлено, что количество тепла, выделяемого в проводнике с электрическим током, зависит от тока, сопротивления проводника и времени действия тока. Мощность постоянного электрического тока, переходящая в тепло, может быть подсчитана по формуле:

$$W = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}. \quad (3.4)$$

где: W — мощность (в вт); I — ток (в а); U — напряжение (в в); R — сопротивление проводника (в ом).

Количество тепла, выделяемого в проводнике при прохождении электрического тока за время t , определяют по формуле:

$$Q = 0,24 I^2 R t \text{ кал.} \quad (3.5)$$

Здесь: Q — количество тепла (в кал); I — ток (в а); R — сопротивление (в ом); t — время (в секундах).

За единицу электрической работы принят джоуль, т. е. работа, выполняемая током в 1 а при прохождении через сопротивление в 1 ом за 1 секунду.

$$1 \text{ Дж} = 0,24 \text{ кал.}$$

За единицу электрической мощности принят ватт:

$$1 \text{ вт} = 1 \text{ дж за секунду.}$$

В практических расчетах мощность в ваттах находят по формуле:

$$W = IU = I^2R. \quad (3,6)$$

Между единицами электрической и механической мощности существует следующее отношение:

$$1 \text{ л.с.} = 736 \text{ вт} = 0,736 \text{ кВт}$$

или

$$1 \text{ кВт} = 1000 \text{ вт} = 1,36 \text{ л.с.}$$

Между электрическими единицами для постоянного тока существуют следующие соотношения:

$$\text{вольты} = \frac{\text{ватты}}{\text{амперы}} = \text{амперы} \cdot \text{омы},$$

$$\text{амперы} = \frac{\text{ватты}}{\text{вольты}} = \frac{\text{вольты}}{\text{омы}},$$

$$\text{омы} = \frac{\text{вольты}}{\text{амперы}} = \frac{\text{ватты}}{\text{амперы}^2} = \frac{\text{вольты}^2}{\text{ватты}},$$

$$\text{ватты} = \text{амперы} \cdot \text{вольты} = \text{амперы}^2 \cdot \text{омы} = \frac{\text{вольты}^2}{\text{омы}}.$$

ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК

Электрический ток, получаемый от гальванических элементов или от коллекторных динамомашин, всегда течет по проводу в одном направлении. Такой ток называют постоянным током. В современной электротехнике большое распространение имеет также и ток переменный, величина и направление которого периодически изменяются.

На рис. 2 графически показан характер изменения величины переменного тока в зависимости от времени. Такой ток называют синусоидальным, так как графическое изображение его представляет кривую, известную в математике под названием синусоиды.

Из графика видно, что ток возрастает до точки *A*, затем уменьшается до нуля, после чего течет в обратном направлении, достигает максимума в точке *B*, снова уменьшается до нуля и т. д. Таким образом, часть кривой, находящаяся над горизонтальной осью, соответствует одному направлению тока, а часть, находящаяся под горизонтальной осью, соответствует противоположному направлению тока.

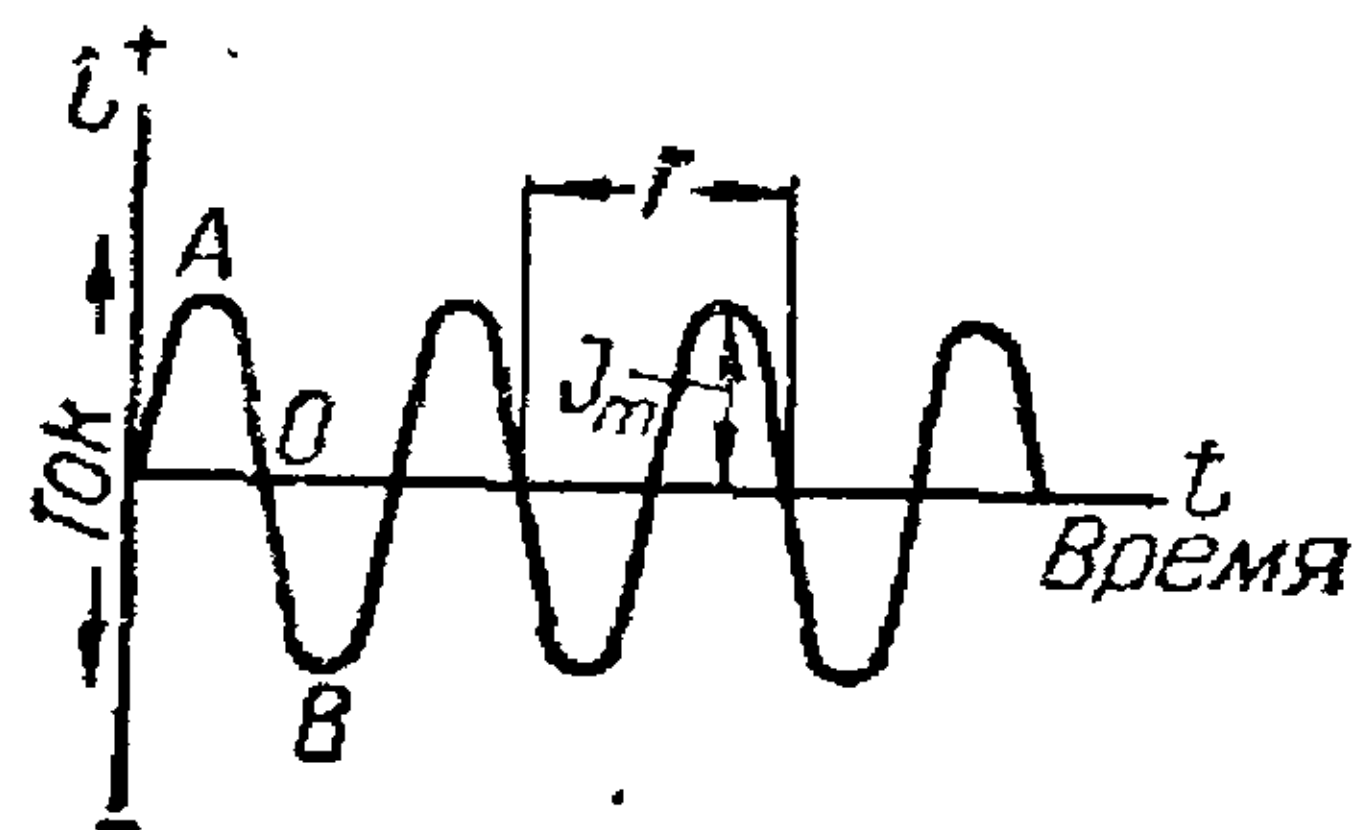


Рис. 2. График изменения величины переменного тока в зависимости от времени.

Промежуток времени, в течение которого совершается один цикл, называется периодом. Число периодов тока в одну секунду есть его частота. Частота переменного тока измеряется в герцах и обозначается буквой f . Частота равна одному герцу при периоде в одну секунду.

Между частотой и периодом существует следующая зависимость:

$$f = \frac{1}{T}; \quad T = \frac{1}{f}. \quad (3,7)$$

Таблица 3

Единицы частоты и их обозначения

Единицы частоты	Обозначения	
	русскими буквами	латинскими (греческими) буквами
1 герц — частота периодически изменяющейся во времени величины, период которой равен одной средней солнечной секунде	гц	Hz
1 килogerц = 1000 гц	кгц	kHz
1 мегагерц = 1 000 000 гц	мгц	MHz

Как видно из графического изображения синусоиды, в определенные моменты электродвижущая сила или ток достигают максимального значения. Это наибольшее значение называется амплитудой.

Переменный ток обладает рядом преимуществ по сравнению с постоянным током. Этими преимуществами являются: простота устройства машин, производящих переменный ток, несложность их обслуживания и легкость передачи электрической энергии на большие расстояния.

Эффективное и среднее значения тока и напряжения

Величину переменного тока определяют сравнением ее с постоянным током. Для этого введены понятия об эффективном и среднем значениях тока и напряжения.

Эффективное значение переменного тока — это значение такого равноценного постоянного тока, который, проходя через одно и то же сопротивление, выделяет за тот же промежуток времени такую же энергию, какую выделит в этом же сопротивлении переменный ток.

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}. \quad (3,8)$$

Здесь: I_m — наибольшее значение переменного тока (амплитуда); I — эффективное значение переменного тока.

Эффективное значение напряжения U выразится формулой подобного вида

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}, \quad (3,9)$$

где: U_m — амплитуда переменного напряжения.

Среднее значение переменного тока $I_{\text{ср}}$ — это значение такого равноценного постоянного тока, который переносит такое же количество электричества, как и переменный за полпериода.

$$I_{\text{ср}} = \frac{2}{\pi} I_m, \quad (3,10)$$

$$U_{\text{ср}} = \frac{2}{\pi} U_m. \quad (3,11)$$

Полное сопротивление цепи (или участка цепи) переменному току

При включении конденсатора C в цепь переменного тока сопротивление Z , оказываемое току этим конденсатором, определяется по формуле:

$$Z = \frac{1}{\omega C}, \quad (3,12)$$

где: C — емкость (в ϕ); $\omega = 2\pi f$ (f — частота переменного тока в $гц$).

Если в цепь переменного тока включена катушка самоиндукции L , то сопротивление, оказываемое этой катушкой переменному току, будет

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}, \quad (3,13)$$

где: R — омическое сопротивление провода катушки; $\omega = 2\pi f$ (f — частота переменного тока в $гц$); L — индуктивность (в $гн$).

При последовательном соединении омического сопротивления, емкости и индуктивности полное сопротивление такой цепи, оказываемое переменному току, определяется по формуле:

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}. \quad (3,14)$$

Мощность переменного тока вычисляется по формуле:

$$W = IU \cos \varphi,$$

где: I и U — эффективные значения; $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$.

Закон Ома для цепи переменного тока

Ток в данном участке электрической цепи равен напряжению на концах этого участка, деленному на величину его полного сопротивления, состоящего из активного и реактивного сопротивлений.

В общем виде закон Ома для переменного тока может быть выражен так:

$$I = \frac{U}{Z}; \quad Z = \frac{U}{I}; \quad U = IZ; \quad (3,15)$$

где: I — ток; U — напряжение; Z — полное сопротивление.

Трехфазный ток

Распространенным является трехфазный ток, образуемый в машине тремя обмотками, сдвинутыми между собой на 120° .

Если все три обмотки соединены началами в одной точке (рис. 3, а), то такое соединение называется «звездой». Общая точка при соеди-

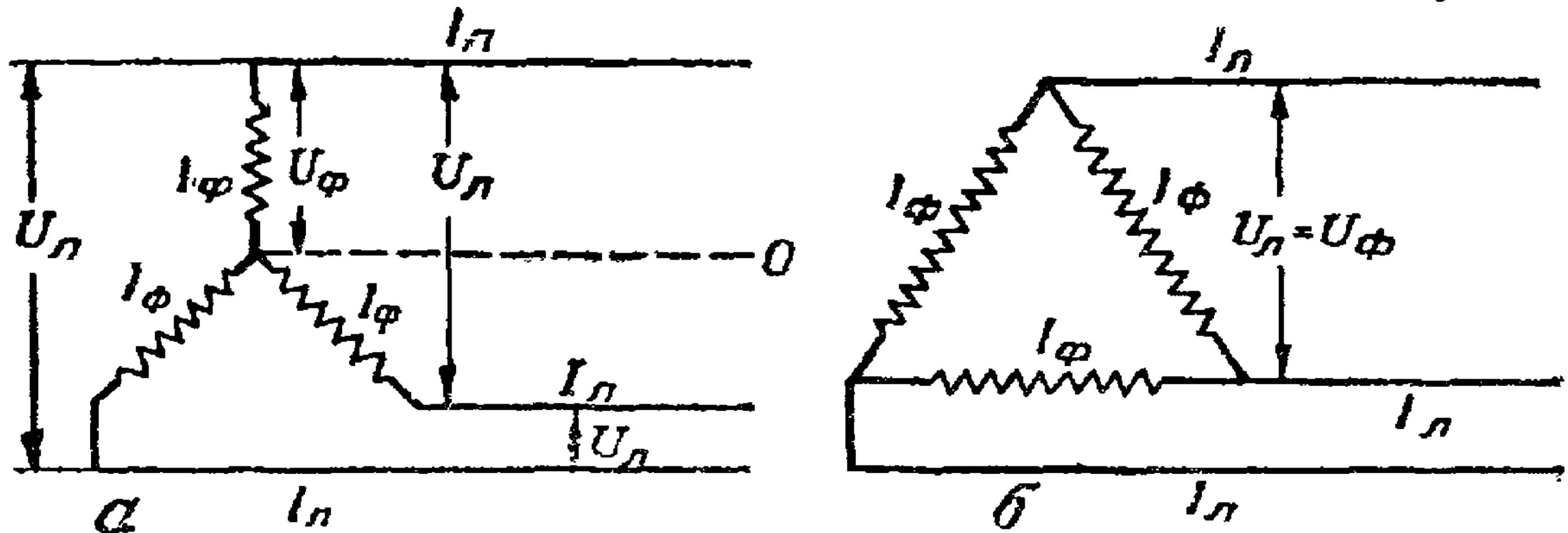


Рис. 3. Включение обмоток генератора трехфазного тока: а — по схеме «звезда»; б — по схеме «треугольник».

нении «звездой» называется нейтральной, или нулевой, точкой. Если же начало каждой обмотки присоединено к концу следующей (рис. 3, б), то этот способ соединения называется «треугольником».

Линейным напряжением $U_{л}$ называется напряжение между любыми двумя проводами трехпроводной трехфазной линии.

Линейным током $I_{л}$ называется ток, текущий в одном из проводов трехпроводной трехфазной линии.

Фазным напряжением $U_{ф}$ называется напряжение между любым из проводов линии и нулевой точкой «звезды».

Фазным током $I_{ф}$ называется ток, текущий в одной из сторон треугольника или в одном из лучей «звезды».

При соединении «звездой»:

$$I_{л} = I_{ф}; \quad (3,16)$$


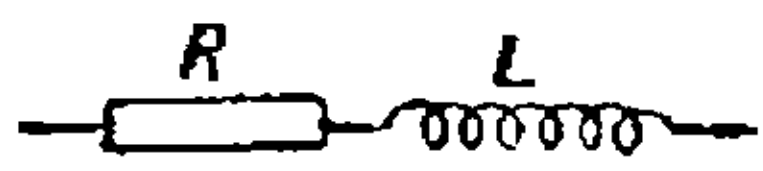


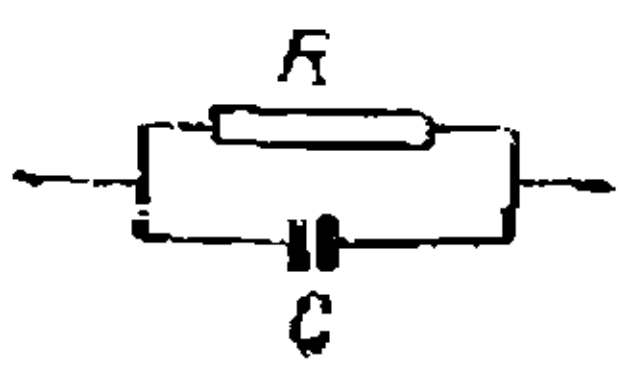
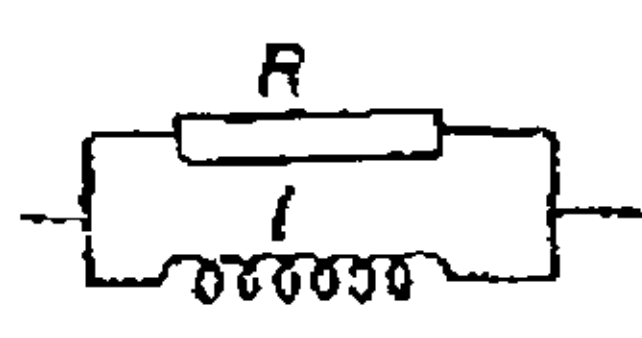
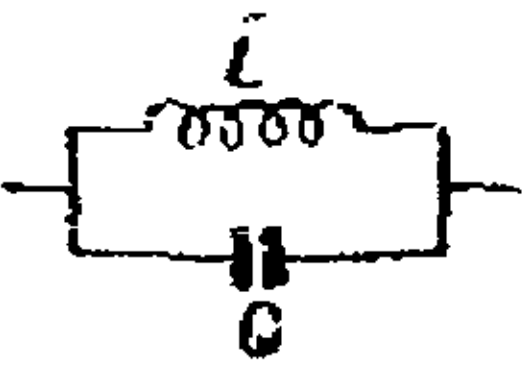
$$U_{л} = 1,73 U_{ф}. \quad (3,17)$$

При соединении «треугольником»:

$$I_{л} = 1,73 I_{ф}; \quad (3,18)$$

$$U_{л} = U_{ф}. \quad (3,19)$$

Основные формулы для подсчета полного сопротивления цепи из L , C и R при переменном токе

Схема	Активное сопротивление R	Реактивное сопротивление X	Полное сопротивление Z
	R	$-\frac{1}{\omega C}$	$\sqrt{R^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}}$
	R	ωL	$\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$
	0	$\omega L - \frac{1}{\omega C}$	$(+)\sqrt{\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$
	R	$\omega L - \frac{1}{\omega C}$	$\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$
	$\frac{R}{1 + R^2 \omega^2 C^2}$	$\frac{R^2 \omega C}{1 + R^2 \omega^2 C^2}$	$\frac{R}{\sqrt{1 + R^2 \omega^2 C^2}}$
	$\frac{R \omega^2 L^2}{R^2 + \omega^2 L^2}$	$\frac{R^2 \omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}$	$\frac{R \omega L}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$
	0	$\frac{\omega L}{1 - \omega^2 LC}$	$(+)\sqrt{\left(\frac{\omega L}{1 - \omega^2 LC}\right)^2}$

Здесь: R — активное сопротивление (в ом); X — реактивное сопротивление (в ом); Z — полное сопротивление (в ом); L — индуктивность (в гн); C — емкость (в ф); $\omega = 2\pi f$ (f — частота в гц).

МАГНИТНАЯ ЦЕПЬ

Магнитная проницаемость μ показывает, во сколько раз при имеющейся неизменной магнитодвижущей силе изменяется магнитный поток, проходящий на 1 см^2 сечения данного участка магнитной цепи, благодаря наличию в нем вместо воздуха железа или другого материала.

Напряженность магнитного поля H выражается в ампер-витках на сантиметр длины катушки ($a\text{-}в/\text{см}$).

Магнитная индукция B характеризует степень намагничивания железа и выражается в гауссах ($гс$) или веберах на единицу площади.

Между указанными тремя основными величинами существует следующая зависимость:

$$B = \mu H = \mu 1,25 a\text{-}в/\text{см}. \quad (3,20)$$

Расчетные данные магнитной индукции выбираются в зависимости от сорта железа, применяемого для сердечника трансформатора: 7500 — 9000 $гс$ для худших сортов железа, 10 000 — 11 000 $гс$ для средних и 13 000 $гс$ — для лучших сортов.

В целях уменьшения потерь в железе трансформаторов на гистерезис и вихревые токи (токи Фуко) рекомендуется при изготовлении сердечника пользоваться листовой сталью, по возможности не более 0,35 — 0,5 мм. В цепях токов высокой частоты для этой цели применяют специальные сердечники, составленные из металлической пыли (опилок), спрессованной в каком-либо изолирующем веществе, обычно в лаке. Такие сердечники высокочастотных катушек, известные под наименованием феррокарт и магнетит, дают очень малые потери и работают при индукциях до 15 $гс$.

ПРОВОЛОКА И СОПРОТИВЛЕНИЯ

ПРОВОЛОЧНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ

В современной фабричной и радиолобительской приемно-усилительной радиоаппаратуре используется большое количество (30 — 40 шт.) различных сопротивлений с разнообразными функциями.

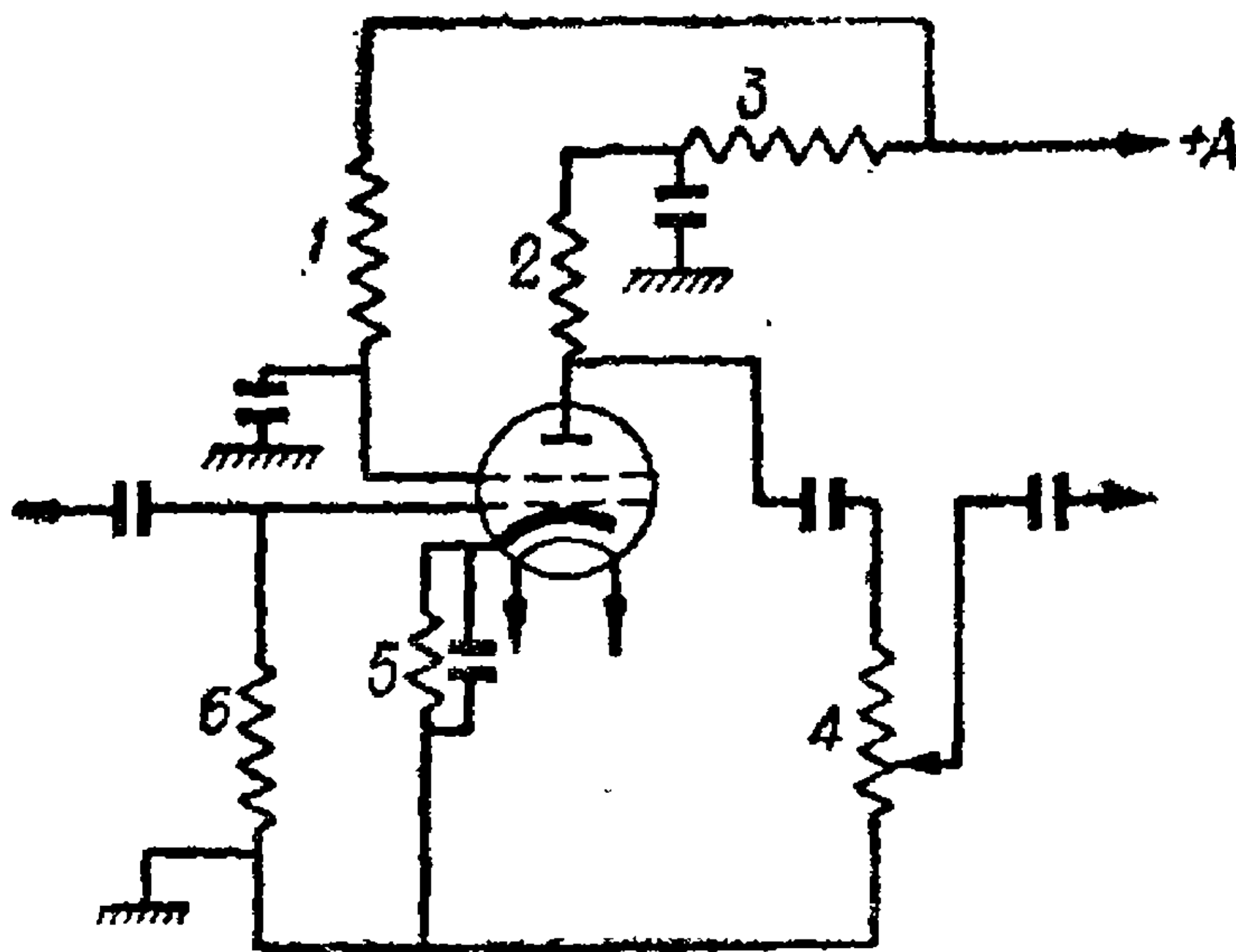


Рис. 4. Схема каскада радиоприемника с питанием от сети переменного тока: 1 — понижающее сопротивление; 2 — нагрузочное сопротивление; 3 — развязывающее сопротивление; 4 — регулятор громкости; 5 — сопротивление смещения; 6 — сопротивление утечки сетки.

На рис. 4 приведена схема каскада радиоприемника с питанием от сети, а на рис. 5 — с питанием от батарей. На этих схемах показаны наиболее частые случаи применения сопротивлений.

Как видно из рисунков 4 и 5, сопротивления используются в следующих участках схемы: реостаты накала и понижающие сопротивления; сопротивления в цепях сеток и «гридлики», анодные сопротивления (в усилителях на сопротивлениях) и делители напряжений для

экранирующих сеток ламп; сопротивления развязывающих цепей; сопротивления в регуляторах громкости и тембра; сопротивления, включаемые для получения автоматического смещения на сетки, и др.

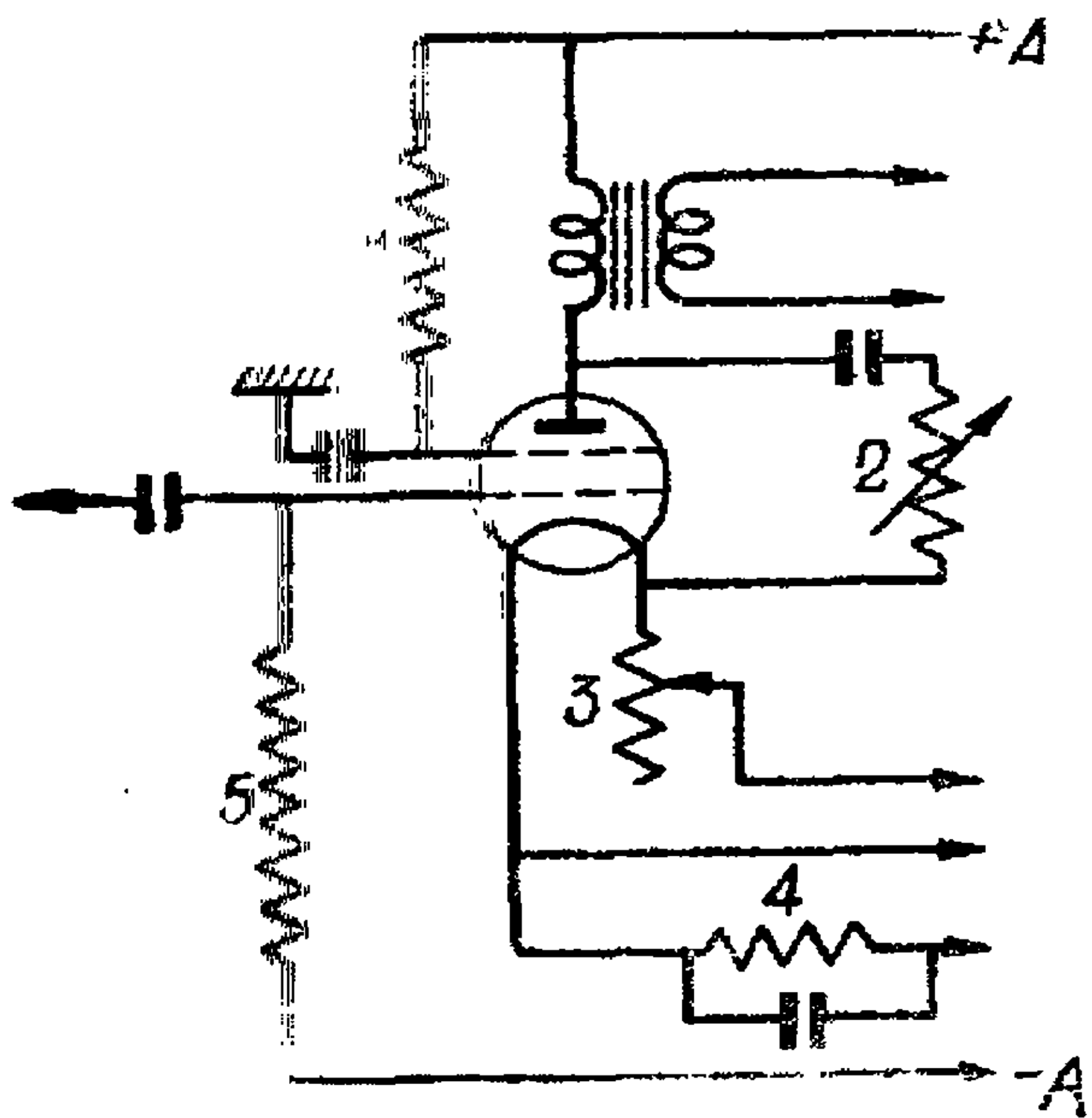


Рис. 5. Схема каскада радиоприемника с питанием от батарей:

1 — понижающее сопротивление; 2 — регулятор тембра; 3 — реостат накала; 4 — сопротивление смещения; 5 — сопротивление утечки.

В зависимости от материала сопротивлений различают сопротивления проволочные и непроволочные.

Из проволоки изготовляют реостаты накала и сопротивления смещения для ламп со значительными анодными токами.

Проволочные сопротивления обычно имеют вид небольших деревянных катушек, либо фибровых или других пластинок, на которых намотан провод из специальных реостатных сплавов, например: манганин, никелин, нихром и др. Основные данные этих сплавов приведены в табл. 6—10.

Сопротивление проводника может быть подсчитано по формуле:

$$R = \rho \frac{l}{q}, \quad (4.1)$$

где: R — сопротивление проводника (в ом); ρ — удельное сопротивление; l — длина проводника (в м); q — площадь поперечного сечения провода (в мм²).

Площадь поперечного сечения круглого проводника может быть подсчитана по формуле:

$$q = \pi r^2 \text{ или } q = \frac{\pi D^2}{4},$$

где q — площадь поперечного сечения проводника (в мм²); r — радиус проводника (в мм); D — диаметр проводника (в мм).

Удельное сопротивление ρ зависит от материала проводника. В табл. 4 приведены удельные сопротивления некоторых металлов, а в табл. 5 — данные наиболее часто встречающихся реостатных сплавов.

Приведенный расчет сопротивления предполагает равномерное распределение тока по сечению провода; однако по мере повышения частоты плотность тока у поверхности провода резко повышается, что приводит к увеличению сопротивления при повышении частоты.

В силу этого явления, так называемого поверхностного эффекта, целесообразно применять при больших токах высокой частоты проводники, обладающие большой поверхностью при малом сечении, например, трубки и ленты.

Чтобы получить сопротивления нужной величины, можно соединить отдельные имеющиеся сопротивления последовательно, параллельно или смешанно.

Таблица 4

Удельные сопротивления металлов

Металлы	Удельное сопротивление	Металлы	Удельное сопротивление
Серебро	0,0161	Железо	0,0918
Медь	0,0175	Кобальт	0,109
Золото	0,0237	Никель	0,138
Алюминий	0,0278	Олово	0,143
Молибден	0,0476	Свинец	0,221
Вольфрам	0,0612	Ртуть	0,948
Цинк	0,0620	Висмут	1,39
Тантал	0,0650	Латунь	0,02 — 0,06
Платина	0,0866		

Таблица 5

Характеристика реостатных сплавов

Сплав	Удельное сопротивление	Температурный коэффициент на 1° С	Температура плавления (в град.)
Константан	0,47 — 0,51	от — 0,00004 до — 0,00001	1200
Манганин	0,34 — 1,00	„ — 0,00003 „ + 0,00002	910
Никелин	0,27 — 0,45	„ 0,00002 „ 0,00034	1100
Нихром	0,90 — 1,10	„ 0,0004 „ 0,00003	1550
Реотан	0,48 — 0,52	„ 0,00024 „ 0,0041	1100
Фехраль	1,2 — 1,4		
Хромаль	1,4		

При последовательном соединении сопротивлений (рис. 6, а) общее сопротивление будет равно сумме отдельных сопротивлений, т. е.

$$R = r_1 + r_2 + r_3. \quad (4.2)$$

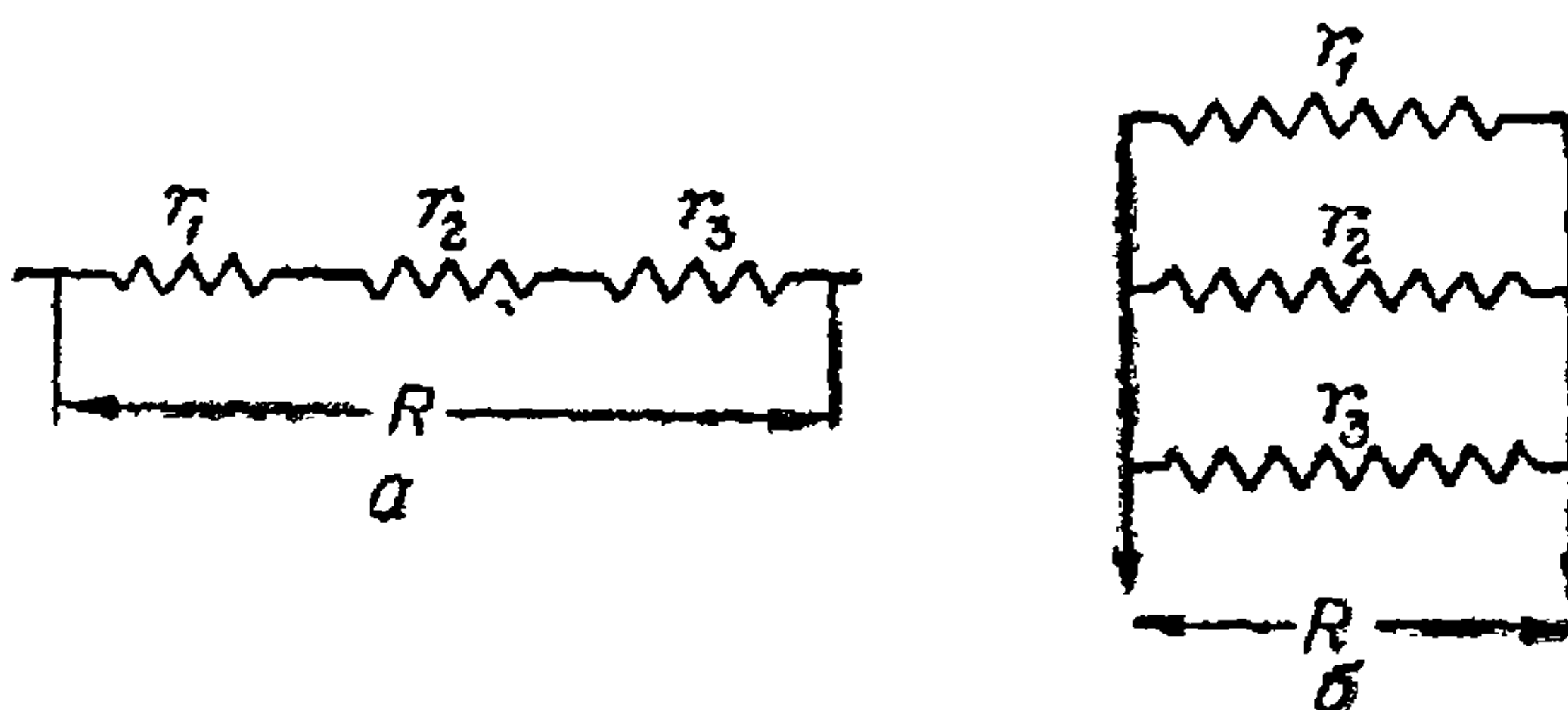


Рис. 6. Включение сопротивлений:
а — последовательное; б — параллельное.

При параллельном соединении сопротивлений (рис. 6, б) общее сопротивление будет меньше самого меньшего из параллельно включенных сопротивлений и подсчитывается по формуле:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}. \quad (4.3)$$

При смешанном соединении (рис. 7) сперва подсчитывают результирующие сопротивления для отдельных участков схемы, после чего

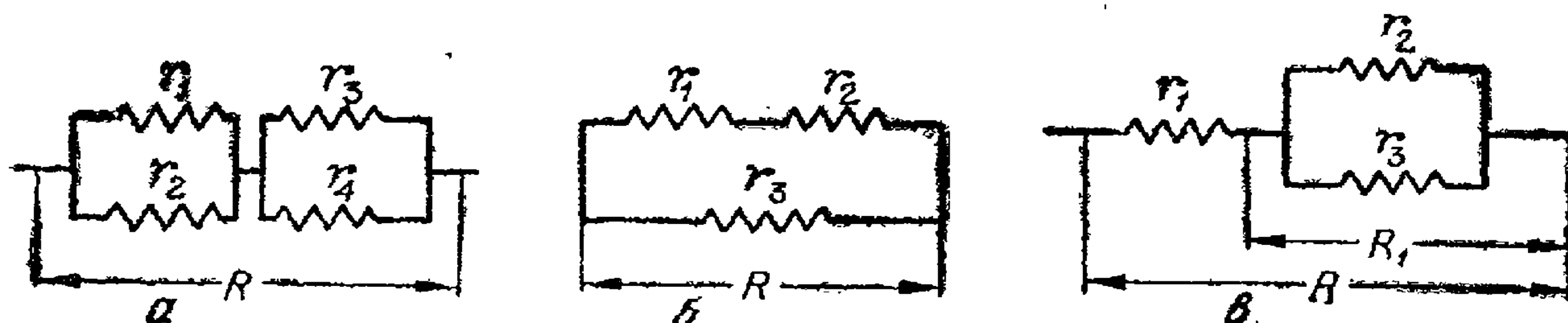


Рис. 7. Случай смешанного соединения сопротивлений.

определяют общее сопротивление всей группы сопротивлений. Ток в сопротивлении не должен превышать допустимого для данного сечения провода.

Пример. Определить общее сопротивление для схемы, изображенной на рис. 7, в, если известны: $r_1 = 10 \text{ ом}$; $r_2 = 20 \text{ ом}$; $r_3 = 30 \text{ ом}$.

Решение. Сперва определим сопротивление, состоящее из двух параллельно включенных сопротивлений r_2 и r_3 по формуле (4.3):

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3};$$

$$R_1 = \frac{r_2 r_3}{r_2 + r_3} = \frac{20 \cdot 30}{20 + 30} = 12 \text{ ом}.$$

Далее, рассматривая сопротивление R_1 как последовательно включенное с r_1 , определяем общее сопротивление по формуле (4.2):

$$R = R_1 + r_1 = 12 + 10 = 22 \text{ ом},$$

Характеристика некоторых реостатных сплавов

Таблица 6

Реотан

Диаметр (в мм)	Сечение (в мм ²)	Сопротивление 1 м провода (в Ом)	Длина провода на 1 Ом (в м)	Вес 100 м провода (в г)	Длина 1 кг провода без изоляции (в м)	Сопротивление 1 кг провода (в Ом)	Допустимая нагрузка (в а) из расчета 5 а/мм ²
0,05	0,00196	240	0,00417	0,71	58500	1400000	0,0078
0,06	0,00283	165	0,00602	2,46	40700	6270000	0,011
0,07	0,00385	122	0,00819	3,35	29900	3650000	0,015
0,08	0,00503	93,4	0,0107	4,38	22800	2130000	0,020
0,09	0,00636	73,4	0,0135	5,53	18100	1330000	0,025
0,10	0,00785	59,8	0,0167	6,83	14600	873000	0,031
0,11	0,00950	49,5	0,0202	8,26	12100	599000	0,038
0,12	0,0113	41,6	0,0240	9,82	10200	424000	0,045
0,13	0,0133	35,4	0,0283	11,6	8620	305000	0,053
0,14	0,0154	30,5	0,0328	13,4	7460	228000	0,062
0,15	0,0177	26,6	0,0376	15,4	6500	173000	0,071
0,16	0,0201	23,4	0,0427	17,5	5720	134000	0,080
0,18	0,0255	18,4	0,0542	22,2	4500	82800	0,10
0,20	0,0314	15,0	0,0668	27,3	3660	54900	0,13
0,22	0,0380	12,4	0,0808	33,1	3020	37400	0,15
0,25	0,0491	9,57	0,104	42,7	2340	22400	0,20
0,30	0,0707	6,64	0,150	61,5	1630	10800	0,28
0,32	0,0804	5,84	0,171	70,0	1430	8350	0,32
0,35	0,0962	4,88	0,205	83,7	1190	5800	0,38
0,40	0,126	3,73	0,268	110,0	909	3390	0,50
0,45	0,159	2,96	0,338	138	725	2150	0,64
0,50	0,196	2,40	0,417	171	585	1400	0,78
0,60	0,283	1,65	0,602	246	407	671	1,1
0,70	0,385	1,22	0,819	335	299	365	1,5
0,80	0,503	0,934	1,07	438	228	213	2,0
0,90	0,636	0,734	1,35	554	181	133	2,5
1,0	0,785	0,598	1,67	683	146	87,3	3,1
1,1	0,950	0,495	2,02	826	121	59,9	3,8
1,2	1,13	0,416	2,40	982	102	42,4	4,5
1,3	1,33	0,354	2,83	1160	86,2	30,5	5,3
1,5	1,77	0,266	3,76	1540	65,0	17,3	7,1
1,8	2,55	0,184	5,42	2180	45,9	8,44	10
2,0	3,14	0,150	6,68	2730	36,6	5,49	12

Таблица 7

Константан

Диаметр (в мм)	Сечение (в мм ²)	Сопротивление 1 м провода (в Ом)	Длина провода на 1 Ом (в м)	Вес 100 м провода (в г)	Длина 1 кг провода без изоляции (в м)	Сопротивление 1 кг провода (в Ом)	Допустимая нагрузка (в а) из расчета 5 а/мм ²
0,05	0,00196	250	0,004	1,75	57200	14 300 000	0,0098
0,06	0,00283	173	0,00578	2,52	39700	6 870 000	0,014
0,07	0,00385	127	0,00782	3,43	29200	3 910 000	0,019
0,08	0,00503	97,4	0,0103	4,48	22300	2 170 000	0,025
0,09	0,00636	77,0	0,0130	5,66	17700	1 360 000	0,032
0,10	0,00785	62,4	0,0160	6,99	14300	892 000	0,039
0,11	0,00950	51,6	0,0194	8,46	11800	608 000	0,048
0,12	0,0113	43,4	0,0231	10,1	9900	429 000	0,056
0,13	0,0133	36,0	0,0272	11,8	8470	312 000	0,067
0,14	0,0154	31,8	0,0314	13,7	7300	232 000	0,077
0,15	0,0177	27,7	0,0361	15,8	6330	175 000	0,089
0,16	0,0201	24,4	0,0410	17,9	5080	124 000	0,11
0,18	0,0255	19,2	0,0520	22,7	4420	84 600	0,13
0,20	0,0314	15,6	0,0641	28,0	3570	55 600	0,16
0,22	0,0380	12,9	0,0776	33,8	2960	38 200	0,19
0,25	0,0491	9,98	0,100	43,7	2290	22 800	0,25
0,30	0,0707	6,93	0,144	62,9	1590	11 000	0,35
0,32	0,0804	6,10	0,164	71,6	1400	8 540	0,40
0,35	0,0962	5,09	0,196	85,5	1170	5 950	0,48
0,40	0,126	3,89	0,257	112	893	3 470	0,63
0,45	0,159	3,08	0,325	142	704	2 170	0,80
0,50	0,196	2,50	0,400	175	572	1 430	0,98
0,60	0,283	1,73	0,578	252	397	687	1,4
0,70	0,385	1,27	0,786	343	292	391	1,9
0,80	0,503	0,974	1,03	448	223	217	2,5
0,90	0,636	0,770	1,30	566	177	136	3,2
1,0	0,785	0,624	1,60	699	143	89,2	3,9
1,1	0,950	0,516	1,94	846	118	60,8	4,8
1,2	1,13	0,434	2,31	1010	99	42,9	5,7
1,3	1,33	0,369	2,72	1180	84,7	31,2	6,7
1,5	1,77	0,277	3,61	1580	63,3	17,5	8,9
1,8	2,55	0,192	5,20	2270	44,1	8,46	13,0
2,0	3,14	0,156	6,41	2800	35,7	5,56	16,0

Таблица 8

Никелин

Диаметр (в мм)	Сечение (в мм ²)	Сопротивление 1 м провода (в Ом)	Длина провода на 1 Ом (в м)	Вес 100 м провода (в г)	Длина 1 кг провода без изоляции (в м)	Сопротивление 1 кг провода (в Ом)	Допустимая нагрузка (в а) из расчета 4 а/мм ²
0,05	0,00196	204	0,00490	1,73	57800	11 800 000	0,0078
0,06	0,00283	137	0,00707	2,49	40200	5 510 000	0,011
0,07	0,00385	104	0,00962	3,39	29500	3 070 000	0,015
0,08	0,00503	79,5	0,0126	4,43	22600	1 800 000	0,020
0,09	0,00636	62,9	0,0159	5,60	17900	1 130 000	0,025
0,10	0,00785	51,0	0,0196	6,91	14500	740 000	0,031
0,11	0,00950	42,1	0,0238	8,36	12000	505 000	0,038
0,12	0,0113	35,4	0,0283	9,95	10000	357 000	0,045
0,13	0,0133	30,1	0,0333	11,7	8550	257 000	0,053
0,14	0,0154	26,0	0,0385	13,6	7360	191 000	0,062
0,15	0,0177	22,6	0,0442	15,6	6410	145 000	0,071
0,16	0,0201	19,9	0,0502	17,7	5950	120 000	0,080
0,18	0,0255	15,7	0,0637	22,5	4450	69 800	0,10
0,20	0,0314	12,7	0,0785	27,6	3620	45 900	0,13
0,22	0,0380	10,5	0,0950	33,4	2990	31 400	0,15
0,25	0,0491	8,14	0,123	43,4	2300	18 700	0,20
0,30	0,0707	5,66	0,177	62,2	1610	9 100	0,28
0,32	0,0804	4,98	0,201	70,8	1410	7 020	0,32
0,35	0,0962	4,16	0,241	84,6	1180	4 300	0,38
0,40	0,126	3,18	0,315	111,0	901	2 780	0,50
0,45	0,159	2,53	0,398	140,0	714	1 800	0,64
0,50	0,196	2,04	0,490	173	578	1 180	0,78
0,60	0,233	1,37	0,707	249	402	551	1,1
0,70	0,385	1,04	0,962	339	295	307	1,5
0,80	0,503	0,795	1,26	443	226	180	2,0
0,90	0,636	0,629	1,59	560	179	113	2,5
1,10	0,785	0,510	1,96	691	145	74,0	3,1
1,1	0,950	0,421	2,38	836	120	50,5	3,8
1,2	1,13	0,354	2,83	995	101	35,7	4,5
1,3	1,33	0,301	3,33	1170	85,5	25,5	5,3
1,5	1,77	0,266	4,42	1560	64,1	14,5	7,1
1,8	2,55	0,157	6,37	2250	44,5	6,98	10
2,0	3,14	1,127	7,85	2760	36,2	4,59	12

Таблица 9

Нихром

Диаметр (в мм)	Сечение (в мм ²)	Сопротивление 1 м провода (в Ом)	Длина провода на 1 Ом (в м)	Вес 100 м про- вода (в г)	Длина 1 кг про- вода без изоля- ции (в м)	Сопротивление 1 кг провода (в Ом)	Допустимая на- грузка (в а) из расчета 4 а/мм ²
0,05	0,00196	510	0,00196	1,61	62100	31 700 000	0,0098
0,06	0,00283	354	0,00283	2,32	43100	15 300 000	0,014
0,07	0,00385	260	0,00385	3,16	31200	8 110 000	0,019
0,08	0,00503	199	0,00503	4,13	24200	4 810 000	0,025
0,09	0,00636	157	0,00636	5,22	19200	3 010 000	0,032
0,10	0,00785	127	0,00785	6,44	15500	1 970 000	0,039
0,11	0,00950	105	0,00950	7,79	12800	1 340 000	0,048
0,12	0,0113	88,5	0,0113	9,27	10800	959 000	0,056
0,13	0,0133	75,1	0,0133	10,9	9170	689 000	0,067
0,14	0,0154	65,0	0,0154	12,6	7940	516 000	0,077
0,15	0,0177	56,5	0,0177	14,5	6900	390 000	0,089
0,16	0,0201	49,8	0,0201	16,5	5060	302 000	0,11
0,18	0,0255	39,2	0,0255	20,9	4790	188 000	0,13
0,20	0,0314	31,9	0,0314	25,8	3880	124 000	0,16
0,22	0,0380	26,3	0,0380	31,2	3210	84 400	0,19
0,25	0,0491	20,4	0,0491	40,3	2480	50 500	0,25
0,30	0,0707	14,2	0,0707	50,8	1720	24 400	0,35
0,32	0,0804	12,4	0,0804	65,9	1520	18 800	0,40
0,35	0,0902	10,4	0,0962	78,8	1270	13 200	0,48
0,40	0,126	7,94	0,126	103	971	7 710	0,63
0,45	0,159	6,29	0,159	130	913	5 740	0,80
0,50	0,196	5,10	0,196	161	621	3 170	0,98
0,60	0,283	3,54	0,283	232	431	1 530	1,4
0,70	0,385	2,6	0,385	316	312	811	1,9
0,80	0,503	1,99	0,503	413	242	481	2,5
0,90	0,636	1,57	0,636	522	192	301	3,2
1,00	0,785	1,27	0,785	644	155	197	3,9
1,1	0,950	1,05	0,950	779	128	134	4,8
1,2	1,131	0,885	1,13	927	108	95,6	5,7
1,3	1,33	0,751	1,33	1090	91,7	68,9	6,7
1,5	1,77	0,565	1,77	1450	79,4	51,6	8,9
1,8	2,54	0,392	2,55	2090	47,9	18,8	13
2,0	3,14	0,319	3,14	2580	39,8	12,4	16

Таблица 10

Манганин

Диаметр (в мм)	Сечение (в мм ²)	Сопротивление 1 м провода (в Ом)	Длина провода на 1 Ом (в м)	Вес 100 м провода (в г)	Длина 1 кг провода без изоляции (в м)	Сопротивление 1 кг провода (в Ом)	Допустимая нагрузка (в а) из расчета 4 а/мм ²
0,05	0,00195	220	0,00456	1,65	60600	12 200 000	0,0078
0,06	0,00283	152	0,00658	2,38	42000	6 380 000	0,011
0,07	0,00385	112	0,00895	3,24	30900	3 460 000	0,015
0,08	0,00503	85,4	0,0117	4,23	23600	2 020 000	0,020
0,09	0,00636	67,6	0,0148	5,34	18700	1 260 000	0,025
0,10	0,00785	54,8	0,0183	6,60	15200	833 000	0,031
0,11	0,00950	45,3	0,0221	7,98	12500	566 000	0,038
0,12	0,0113	38,1	0,0263	9,5	10500	400 000	0,045
0,13	0,0133	32,4	0,0309	11,2	8830	290 000	0,053
0,14	0,0154	27,9	0,0358	12,9	7750	216 000	0,062
0,15	0,0177	24,3	0,0412	14,9	6720	163 000	0,071
0,16	0,0201	21,4	0,0467	16,9	5920	127 000	0,080
0,18	0,0255	16,9	0,0593	21,4	4670	78 900	0,10
0,20	0,0314	13,7	0,0730	26,4	3790	51 900	0,13
0,22	0,0380	11,3	0,0884	31,9	3140	35 500	0,15
0,25	0,0491	8,76	0,114	41,2	2430	21 300	0,20
0,30	0,0707	6,06	0,164	59,4	1680	10 200	0,28
0,32	0,0804	5,34	0,187	67,5	1480	7 900	0,32
0,35	0,0962	4,47	0,224	80,8	1240	5 540	0,38
0,40	0,126	3,42	0,293	106	944	3 230	0,50
0,45	0,159	2,71	0,370	134	746	2 020	0,64
0,50	0,196	2,20	0,456	165	606	1 220	0,78
0,60	0,283	1,52	0,658	238	420	638	1,1
0,70	0,385	0,12	0,895	324	309	346	1,5
0,80	0,503	1,854	1,17	423	236	202	2,0
0,90	0,636	0,675	1,48	534	187	126	2,5
1,0	0,785	0,548	1,83	660	152	83,3	3,1
1,1	0,950	0,453	2,21	798	125	56,5	3,8
1,2	1,13	0,379	2,63	950	105	40,0	4,5
1,3	1,33	0,324	3,09	1120	89,3	29,0	5,3
1,5	1,77	0,243	4,12	1490	67,2	16,3	7,1
1,8	2,55	0,169	5,93	2140	46,7	7,89	10
2,0	3,14	0,137	7,30	2640	37,9	5,19	12

НЕПРОВОЛОЧНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ

При изготовлении непроволочных сопротивлений на основу из изоляционного материала (фарфор, стекло) наносят слой кокса или графитовой массы, имеющей большое удельное сопротивление, или же тонкий слой металлизации.

В сопротивлениях типа ТО проводящий слой нанесен на стеклянный цилиндр; в сопротивлениях типа Каминского — на фарфоровый цилиндр. В переменных сопротивлениях (например, в регуляторах громкости и регуляторах тона) проводящий слой наносится на дужку, изготовленную из изоляционного листового материала.

Положительным свойством непроволочных сопротивлений является отсутствие индуктивности; непроволочные сопротивления являются чисто омическими. Сопротивление их для постоянного и переменного тока одно и то же. Кроме того, при малых габаритах эти сопротивления имеют большие номинальные значения.

Недостатком непроволочных сопротивлений является невозможность использования их в цепях, по которым проходят сколько-нибудь значительные токи вследствие возникающего при этом перегрева. В частности, в цепях накала радиоламп и цепях анода мощных оконечных каскадов радиоприемников непроволочные сопротивления применять нельзя.

Непроволочные сопротивления, особенно типа ТО, боятся перегрева. При перегреве величина сопротивления возрастает и понижается его стабильность.

Так как нагрев передается по выводным проводам корпусу самого сопротивления, то припаивать выводные провода следует не ближе 10 мм от корпуса.

При монтаже приемника сопротивления ТО рекомендуется располагать горизонтально. При таком положении сопротивления легче определить его величину (по цветному коду) и обнаружить перегоревшее сопротивление, т. к. при этом средняя часть темнеет и слегка вспучивается.

Величину электрического сопротивления обозначают различными способами. Например, у сопротивлений типа Каминского цифру, указывающую величину сопротивления, выбивают на выводной латунной пластинке, что весьма неудобно, так как часто нельзя прочитать величину сопротивления, замонтированного в приемник. Более удобным видом обозначения величины сопротивления является раскраска сопротивлений по специальному условному цветному коду.

Цветной код

Цветной код даёт возможность определить величину сопротивления, а также и величину допускаемого отклонения от номинального значения сопротивления.

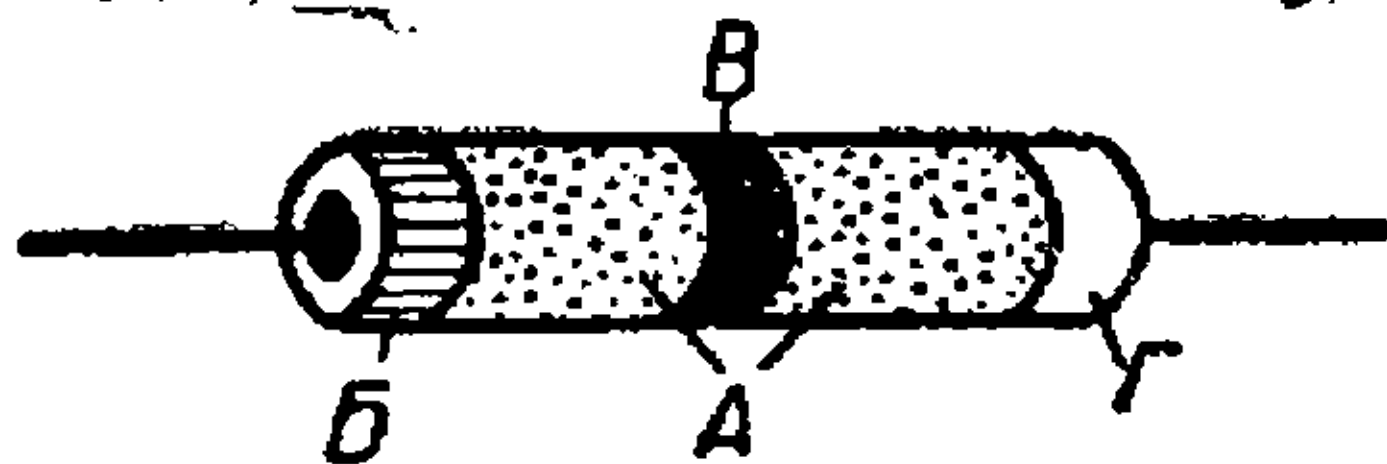


Рис. 8. Обозначение величины сопротивления и допуска с помощью цветного кода.

Величину сопротивления обозначают при помощи комбинации из трех цветов, в которые окрашивается каждое сопротивление. В цветном коде (рис. 8) А—цвет основной окраски всего сопротивления (корпуса), который дает первую значащую цифру

величины сопротивления; *Б* — цвет окраски одного из концов сопротивления, который дает вторую цифру величины сопротивления; *В* — цвет пояска (или круглого пятна) на середине сопротивления указывает количество нулей, следующих за первыми двумя цифрами в величине сопротивлений; *Г* — полоска на другом конце сопротивления, обозначает величину допускаемого отклонения от номинального значения сопротивления. Золотая полоска обозначает 5%-ный, серебряная—10%-ный, а отсутствие полоски—20%-ный допуск.

Значение цветов кода сопротивлений приведено в табл. 11.

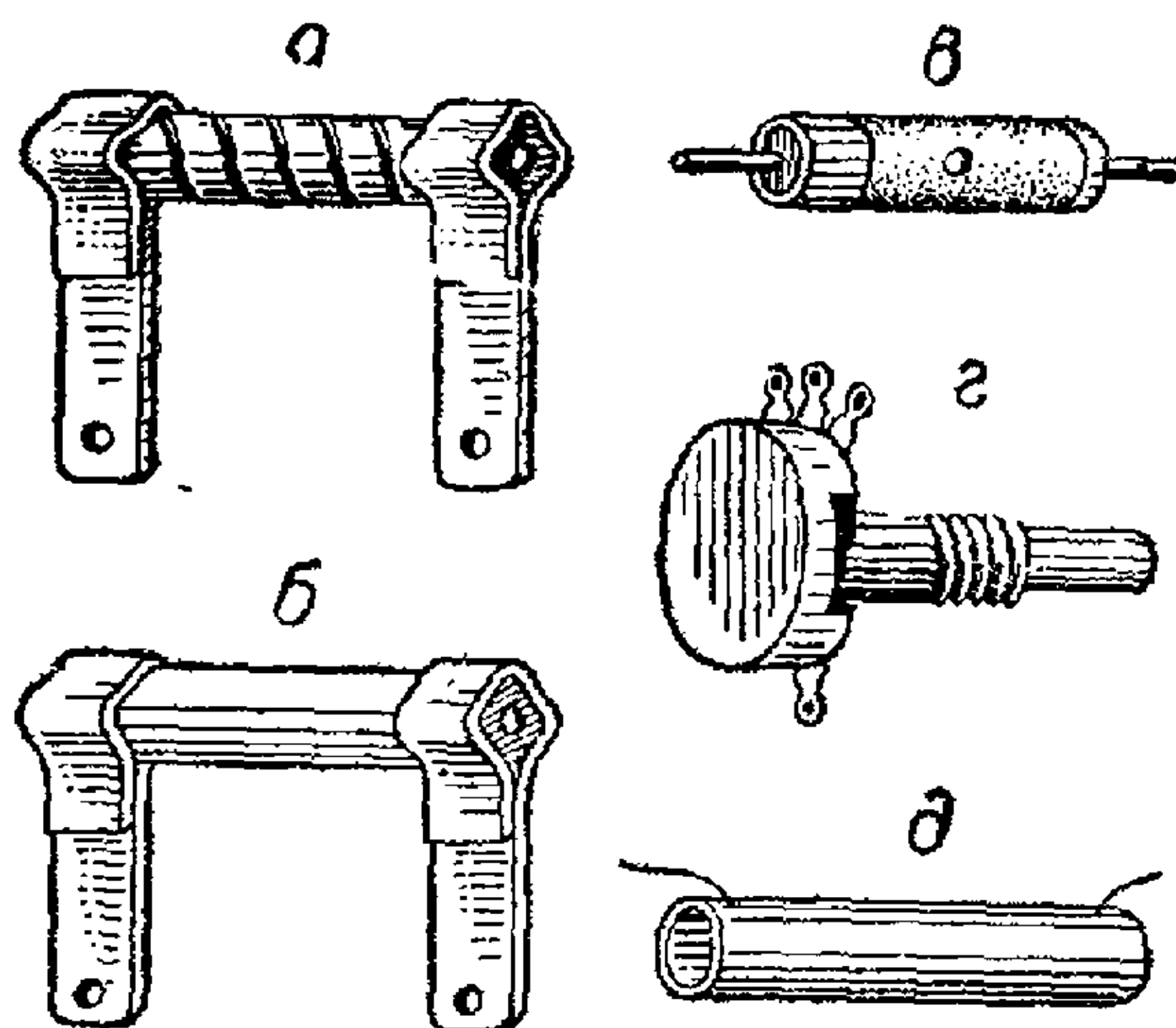


Рис. 9. Сопротивления: *а* — типа СС; *б* — типа Каминского; *в* — типа ТО; *г* — типа ТК; *д* — остеклованное сопротивление.

Таблица 11

Цветной код сопротивлений

Цвет	<i>А</i> — первая значащая цифра (окраска корпуса)	<i>Б</i> — вторая значащая цифра (окраска одного конца)	<i>В</i> — количество нулей после первых двух цифр (цвет пояска или круглого пятна)
Черный	—	0	—
Коричневый	1	1	0 (1)
Красный	2	2	00 (2)
Оранжевый	3	3	000 (3)
Желтый	4	4	0000 (4)
Зеленый	5	5	00000 (5)
Голубой	6	6	000000 (6)
Фиолетовый	7	7	—
Серый	8	8	—
Белый	9	9	—

Пример. Основная окраска всего сопротивления (корпуса) — фиолетовая, один конец зеленый, а поясок (или пятно)—оранжевого цвета. Второй конец сопротивления окрашен в серебряный цвет. Определить величину сопротивления.

Решение. Первая значащая цифра (окраска корпуса) для фиолетового цвета будет 7; вторая значащая цифра для одного конца сопротивления, окрашенного в зеленый цвет — 5; оранжевый поясок указывает, что к первым двум значащим цифрам необходимо добавить три нуля. Таким образом величина сопротивления будет 75 000 Ом.

Окраска второго конца сопротивления в серебряный цвет указывает на 10%-ный допуск отклонения от номинального значения сопротивления.

Основные данные сопротивлений, выпускаемых нашей промышленностью, приведены в табл. 12.

Таблица 12

Характеристика некоторых типов сопротивлений

Тип	Наименование	Величина изготовляемых сопротивлений	Номинальная мощность (в вт)	Размеры сопротивлений (в мм)
СС	Сопротивление постоянное углеродистое	от 50 ом до 0,2 мгом	1,00	10 × 41
ТО - 0,25	Сопротивление постоянное не-проволочное . . .	„ 300 „ „ 5 „	0,25	5 × 17
ТО - 0,75	Сопротивление постоянное не-проволочное . . .	„ 750 „ „ 3 „	0,75	7 × 33
ТО - 1,0	Сопротивление постоянное не-проволочное . . .	„ 1000 „ „ 2 „	1	10 × 46
Каминского	Сопротивление постоянное не-проволочное . . .	„ 50 „ „ 1,5 „	0,25	10 × 41
Остеклованное	Сопротивление постоянное остеклованное	„ 10 „ „ 0,03 „	8 и больше	12 × 41
ВК	Сопротивление переменное не-проволочное . . .	„ 2000 „ „ 7,5 „	0,2—1,0	33,5 × 48
ТК	Сопротивление переменное не-проволочное . . .	„ 2000 „ „ 7,5 „	0,2—1,0	33,5 × 52

Наибольшей стабильностью обладают сопротивления типа СС.

МЕДНЫЙ ПРОВОД

Радиолобителю приходится сталкиваться с проводами различных марок и сечений, а также с разными типами изоляции этих проводов.

В табл. 13 приведены данные для медного отожженного провода без изоляции, а в табл. 14—18 — данные для проводов с различными типами изоляции. В этих таблицах приведены также данные о количестве витков провода в изоляции, укладываемых на 1 см длины намотки, чем облегчается расчет заполнения окна силовых трансформаторов, дросселей и т. п.

Таблица 13

Медный отожженный провод без изоляции

Диаметр (в мм)	Сечение (в мм ²)	Длина 1 кг провода (в м)	Сопротив- ление 100 м провода (в Ом)	Допустимая нагрузка (в а) из расчета 2 а/мм ²
0,025	0,00049	229 000	3560	0,00098
0,030	0,00071	159 000	2480	0,00145
0,035	0,00096	117 000	1820	0,00192
0,040	0,00126	89 300	1390	0,00278
0,045	0,00159	70 400	1100	0,00318
0,050	0,00196	57 200	892	0,00392
0,055	0,00238	47 200	735	0,00476
0,060	0,00283	39 700	618	0,00566
0,065	0,00322	33 800	527	0,00664
0,070	0,00385	29 200	455	0,00770
0,075	0,00442	25 500	396	0,00884
0,080	0,00502	22 300	348	0,0101
0,085	0,00567	16 800	309	0,0113
0,090	0,00636	17 600	275	0,0127
0,095	0,00709	15 800	247	0,0142
0,10	0,00785	14 300	223	0,0157
0,11	0,00950	11 800	184	0,0190
0,12	0,0113	9900	155	0,0226
0,13	0,0133	8480	132	0,0266
0,14	0,0154	7300	114	0,0462
0,15	0,0177	6330	98,9	0,0354
0,16	0,0201	5590	87,0	0,0402
0,17	0,0227	4950	77,0	0,0454
0,18	0,0255	4410	68,6	0,0510
0,19	0,0284	3950	61,6	0,0568
0,20	0,0314	3570	55,7	0,0628
0,21	0,0346	3240	50,6	0,0692
0,22	0,0380	2950	46,0	0,0760
0,23	0,0416	2700	42,1	0,0832
0,24	0,0452	2480	38,7	0,0904
0,25	0,0491	2290	35,6	0,0982
0,26	0,0531	2110	32,9	0,106
0,27	0,0573	1960	31,0	0,115
0,28	0,0616	1820	28,4	0,123
0,29	0,0661	1700	26,5	0,132
0,30	0,0707	1590	24,8	0,141
0,31	0,0755	1480	23,2	0,151
0,32	0,0804	1390	21,8	0,161
0,33	0,0885	1310	20,5	0,171
0,34	0,0908	1240	19,3	0,182
0,35	0,0962	1170	18,2	0,192

Продолжение

Диаметр (в мм)	Сечение (в мм ²)	Длина 1 кг провода (в м)	Сопротив- ление 100 м провода (в ом)	Допустимая нагрузка (в а) из расчета 2 а/мм ²
0,36	0,102	1100	17,2	0,204
0,37	0,108	1040	16,2	0,216
0,38	0,113	990	15,5	0,226
0,39	0,119	935	14,7	0,238
0,40	0,126	893	13,9	0,252
0,41	0,132	847	13,3	0,264
0,42	0,139	806	12,6	0,278
0,43	0,145	775	12,1	0,290
0,44	0,152	735	11,5	0,304
0,45	0,159	704	11,0	0,318
0,46	0,166	676	10,5	0,332
0,47	0,173	645	10,1	0,346
0,48	0,181	621	9,66	0,362
0,49	0,188	595	9,26	0,378
0,50	0,196	571	8,92	0,392
0,52	0,212	529	8,25	0,424
0,54	0,229	490	7,54	0,458
0,55	0,238	472	7,35	0,476
0,56	0,246	455	7,11	0,492
0,58	0,264	424	6,63	0,528
0,60	0,283	397	6,18	0,566
0,62	0,302	372	5,79	0,604
0,64	0,322	374	5,44	0,644
0,65	0,332	338	5,24	0,664
0,66	0,342	328	5,12	0,684
0,68	0,363	309	4,82	0,726
0,70	0,385	292	4,55	0,770
0,72	0,407	275	4,30	0,814
0,74	0,430	261	4,07	0,860
0,75	0,442	254	3,96	0,882
0,76	0,454	404	3,85	0,908
0,78	0,478	235	3,66	0,956
0,80	0,503	223	3,48	1,01
0,82	0,528	212	3,31	1,06
0,84	0,554	202	3,16	1,11
0,85	0,567	198	3,09	1,13
0,86	0,581	193	3,01	1,16
0,88	0,608	185	2,88	1,22
0,90	0,636	176	2,75	1,27
0,92	0,665	169	2,63	1,33
0,94	0,694	161	2,52	1,39
0,95	0,709	158	2,47	1,42
0,96	0,724	155	2,42	1,45

Продолжение

Диаметр (в мм)	Сечение (в мм ²)	Длина 1 кг провода (в м)	Сопротив- ление 100 м провода (в ом)	Допустимая нагрузка (в а) из расчета 2 а/мм ²
0,98	0,754	149	2,32	1,51
1,00	0,785	143	2,23	1,57
1,05	0,866	130	2,04	1,73
1,10	0,950	118	1,84	1,90
1,15	1,04	108	1,68	2,03
1,20	1,13	99,0	1,55	2,26
1,25	1,23	91,7	1,45	2,42
1,30	1,33	84,7	1,32	2,66
1,35	1,43	78,1	1,23	2,86
1,40	1,54	73,0	1,14	3,08
1,45	1,65	68,0	1,06	3,30
1,50	1,77	63,3	0,989	3,54
1,55	1,89	59,5	0,926	3,78
1,60	2,01	55,9	0,870	4,02
1,65	2,14	52,4	0,818	4,28
1,70	2,27	49,5	0,770	4,54
1,75	2,41	46,7	0,726	4,82
1,80	2,54	44,1	0,689	5,08
1,85	2,69	41,7	0,650	5,38
1,90	2,84	39,5	0,616	5,68
1,95	2,99	37,6	0,585	5,98
2,00	3,14	35,7	0,557	6,28
2,05	3,30	33,9	0,530	6,60
2,10	3,46	32,4	0,503	6,92
2,15	3,63	30,9	0,482	7,26
2,20	3,80	29,5	0,460	7,60
2,25	3,98	28,2	0,440	7,96
2,30	4,15	27,0	0,422	8,30
2,35	4,34	25,8	0,403	8,68
2,40	4,52	24,8	0,387	9,04
2,45	4,71	23,8	0,372	9,42
2,50	4,91	22,8	0,356	9,82
2,55	5,11	22,0	0,345	10,2
2,60	5,31	21,1	0,330	10,6
2,65	5,52	20,3	0,316	11,0
2,70	5,73	19,6	0,306	11,5
2,75	5,94	18,9	0,295	11,9
2,80	6,16	18,2	0,284	12,3
2,85	6,38	17,6	0,274	12,8
2,90	6,61	17,0	0,265	13,2
2,95	6,83	16,2	0,256	13,7
3,0	7,07	15,9	0,248	14,1
3,1	7,55	14,9	0,232	15,1

Продолжение

Диаметр (в мм)	Сечение (в мм ²)	Длина 1 кг провода (в м)	Сопротив- ление 100 м провода (в ом)	Допустимая нагрузка (в а) из расчета 2 а/мм ²
3,2	8,04	13,9	0,218	16,1
3,3	8,55	13,1	0,205	17,1
3,4	9,08	12,4	0,193	18,2
3,5	9,62	11,7	0,182	19,2
3,6	10,2	11,0	0,172	20,4
3,7	10,8	10,4	0,162	21,6
3,8	11,3	9,90	0,155	22,6
3,9	11,9	9,43	0,147	23,8
4,0	12,6	8,93	0,139	25,2
4,1	13,2	8,47	0,133	26,4
4,2	13,9	8,13	0,126	27,8
4,3	14,5	7,75	0,121	29,0
4,4	15,2	7,35	0,115	30,4
4,5	15,9	7,04	0,110	47,7
4,6	16,6	6,76	0,105	33,2
4,7	17,3	6,49	0,101	34,6
4,8	18,1	6,21	0,0966	36,2
4,9	18,9	5,95	0,0926	37,8
5,0	19,6	5,71	0,0892	39,2

Таблица 14

Эмалированный провод

Диаметр без изоляции (в мм)	Сечение (в мм ²)	Диаметр с изоляцией (в мм)	Число вит- ков на 1 см	Длина 1 кг провода (в м)
0,05	0,00196	0,06	167	54 700
0,06	0,00283	0,07	143	38 300
0,07	0,00385	0,08	125	28 200
0,08	0,00503	0,09	111	21 700
0,09	0,00636	0,10	100	17 200
0,10	0,00785	0,115	87	13 800
0,11	0,00950	0,125	80	11 400
0,12	0,0113	0,135	74,1	9 660
0,13	0,0133	0,145	69,0	8 260
0,14	0,0154	0,155	64,5	7 140
0,15	0,0177	0,165	60,6	6 290
0,16	0,0201	0,175	57,2	5 460
0,17	0,0227	0,185	54,0	4 860
0,18	0,0255	0,195	51,3	4 330

Продолжение

Диаметр без изоляции (в мм)	Сечение (в мм ²)	Диаметр с изоляцией (в мм)	Число вит- ков на 1 см	Длина 1 кг провода (в м)
0,19	0,0284	0,205	48,8	3 890
0,20	0,0314	0,220	45,5	3 500
0,21	0,0346	0,230	43,5	3 180
0,23	0,0416	0,250	40,0	2 650
0,25	0,0491	0,270	37,1	2 305
0,27	0,0573	0,295	33,9	1 925
0,29	0,0661	0,315	31,8	1 667
0,31	0,0755	0,340	29,4	1 455
0,33	0,0855	0,360	27,8	1 287
0,35	0,0962	0,380	26,3	1 145
0,38	0,113	0,410	24,4	972
0,41	0,132	0,445	22,5	834
0,44	0,152	0,475	21,1	725
0,47	0,173	0,505	20,2	637
0,49	0,189	0,525	19,0	585
0,51	0,204	0,55	18,2	541
0,53	0,221	0,57	17,55	500
0,55	0,238	0,59	16,95	465
0,57	0,255	0,61	16,40	433
0,59	0,273	0,63	15,88	405
0,62	0,302	0,66	15,15	366
0,64	0,322	0,68	14,70	344
0,67	0,353	0,71	14,09	314
0,69	0,374	0,73	13,70	292
0,72	0,407	0,76	13,15	265
0,74	0,430	0,79	12,65	243
0,77	0,466	0,82	12,20	237,5
0,80	0,503	0,85	11,76	223
0,83	0,541	0,88	11,36	205
0,86	0,581	0,91	11,00	191
0,90	0,636	0,95	10,53	177,6
0,93	0,679	0,98	10,20	163,4
0,96	0,724	1,01	9,90	153,4
1,00	0,785	1,05	9,52	141,5
1,04	0,850	1,09	9,18	130,7
1,08	0,916	1,14	8,77	121,1
1,12	0,985	1,18	8,47	112,7
1,16	1,057	1,22	8,20	109,7
1,20	1,13	1,26	7,94	97,8
1,25	1,21	1,31	7,64	90,5
1,30	1,33	1,36	7,35	83,8
1,35	1,43	1,41	7,09	77,7
1,40	1,54	1,46	6,85	72,3
1,45	1,65	1,51	6,62	67,3

Продолжение

Диаметр без изоляции (в мм)	Сечение (в мм ²)	Диаметр с изоляцией (в мм)	Число витков на 1 см	Длина 1 кг провода (в м)
1,50	1,77	1,56	6,41	63,0
1,56	1,91	1,61	6,21	58,2
1,62	2,06	1,68	5,95	54,2
1,68	2,22	1,74	5,75	50,2
1,74	2,38	1,80	5,56	47,0
1,81	2,57	1,87	5,35	43,3
1,88	2,78	1,94	5,16	40,2
1,95	2,99	2,01	4,98	37,3
2,02	3,20	2,08	4,81	34,8

Таблица 15

Провод ПШО

Диаметр без изоляции (в мм)	Диаметр с изоляцией (в мм)	Число витков на 1 см	Длина 1 кг провода (в м)	Диаметр без изоляции (в мм)	Диаметр с изоляцией (в мм)	Число витков на 1 см	Длина 1 кг провода (в м)
0,05	0,11	91	35 900	0,35	0,41	24,5	1110
0,07	0,13	77	22 000	0,38	0,44	22,7	944
0,09	0,15	67	14 500	0,41	0,47	21,3	813
0,10	0,16	62,5	12 000	0,44	0,50	20,0	710
0,12	0,18	55,5	8 700	0,47	0,53	18,9	621
0,13	0,19	52,5	7 470	0,49	0,55	18,2	575
0,15	0,21	47,5	5 780	0,51	0,57	17,5	529
0,17	0,23	48,5	4 460	0,53	0,59	17,0	490
0,20	0,26	38,5	3 330	0,55	0,61	16,4	455
0,22	0,28	35,5	2 670	0,57	0,63	15,9	425
0,25	0,31	32,0	2 100	0,59	0,65	15,4	398
0,27	0,33	30,0	1 830	0,62	0,68	14,7	361
0,29	0,35	28,5	1 590	0,64	0,70	14,3	339
0,31	0,37	27,0	1 400	0,67	0,73	13,7	310
0,33	0,39	25,5	1 240				

Провод ПШД

Таблица 16

Диаметр без изоляции (в мм)	Диаметр с изоляцией (в мм)	Число витков на 1 см	Длина 1 кг провода (в м)	Диаметр без изоляции (в мм)	Диаметр с изоляцией (в мм)	Число витков на 1 см	Длина 1 кг провода (в м)
0,05	0,17	59	31 800	0,35	0,47	21,3	1040
0,07	0,19	52,5	20 000	0,38	0,50	20,2	893
0,09	0,21	47,5	11 900	0,41	0,53	18,8	775
0,10	0,22	45,5	10 200	0,44	0,56	17,8	671
0,12	0,24	41,5	7 640	0,47	0,59	17,0	596
0,13	0,25	40,0	6 670	0,49	0,61	16,4	546
0,15	0,27	37,0	5 240	0,51	0,63	15,9	510
0,17	0,29	34,5	4 200	0,53	0,65	15,4	472
0,20	0,32	31,3	3 180	0,55	0,67	14,9	440
0,21	0,33	30,3	2 630	0,57	0,69	14,5	410
0,22	0,34	29,4	2 560	0,59	0,71	14,1	385
0,23	0,35	28,6	2 420	0,62	0,74	13,5	350
0,25	0,37	27,0	2 040	0,64	0,76	13,2	335
0,27	0,39	25,6	1 690	0,67	0,79	12,7	300
0,29	0,41	24,4	1 480	0,69	0,81	12,3	284
0,31	0,43	23,3	1 310	0,72	0,84	11,9	264
0,33	0,45	22,2	1 160				

Таблица 17

Провод ПБО

Диаметр без изоляции (в мм)	Диаметр с изоляцией (в мм)	Число витков на 1 см	Длина 1 кг провода (в м)	Диаметр без изоляции (в мм)	Диаметр с изоляцией (в мм)	Число витков на 1 см	Длина 1 кг провода (в м)
0,25	0,34	29,4	2040	0,59	0,70	14,3	389
0,27	0,38	26,3	1730	0,62	0,73	13,7	352
0,29	0,40	25,0	1510	0,64	0,75	13,3	331
0,31	0,42	23,8	1340	0,67	0,78	12,8	303
0,33	0,44	22,7	1190	0,69	0,80	12,5	282
0,35	0,46	21,7	1060	0,72	0,83	12,0	264
0,38	0,49	20,4	910	0,74	0,85	11,7	250
0,41	0,52	19,2	788	0,77	0,88	11,3	231
0,44	0,55	18,2	685	0,80	0,91	11,0	217
0,47	0,58	17,2	606	0,83	0,94	10,6	200
0,49	0,60	16,7	559	0,86	0,97	10,3	187
0,51	0,62	16,1	516	0,90	1,01	9,9	171
0,53	0,64	15,6	479	0,93	1,04	9,6	160
0,55	0,66	15,2	445	0,96	1,07	9,3	151
0,57	0,68	14,7	415	1,00	1,11	9,0	139

Таблица 18

Провод ПБД

Диаметр без изоляции (в мм)	Диаметр с изоляцией (в мм)	Число витков на 1 см	Длина 1 кг провода (в м)	Диаметр без изоляции (в мм)	Диаметр с изоляцией (в мм)	Число витков на 1 см	Длина 1 кг провода (в м)
0,10	0,28	35,7	6540	0,80	1,00	10,0	209
0,12	0,30	33,3	5320	0,83	1,03	9,7	195
0,13	0,31	32,3	4830	0,86	1,06	9,4	182
0,15	0,33	30,3	4020	0,90	1,10	9,0	170
0,17	0,35	28,6	3320	0,93	1,13	8,8	156
0,20	0,38	26,3	2580	0,96	1,16	8,6	147
0,22	0,40	25,0	2220	1,00	1,20	8,3	136
0,25	0,43	23,3	1790	1,04	1,24	8,0	126
0,29	0,49	20,4	1335	1,08	1,33	7,5	117
0,31	0,51	19,6	1190	1,12	1,37	7,3	108,5
0,33	0,53	18,9	1070	1,16	1,41	7,1	101,5
0,35	0,55	18,2	965	1,20	1,45	6,9	94,8
0,38	0,58	17,2	833	1,25	1,50	6,7	87,0
0,41	0,61	16,4	730	1,30	1,55	6,5	80,7
0,44	0,64	15,6	641	1,35	1,60	6,3	75,2
0,47	0,67	14,9	568	1,40	1,65	6,1	70,0
0,49	0,69	14,5	523	1,45	1,70	5,9	65,4
0,51	0,71	14,1	483	1,50	1,75	5,7	61,0
0,53	0,73	13,7	450	1,56	1,81	5,5	56,5
0,55	0,75	13,3	420	1,62	1,87	5,35	52,3
0,57	0,77	13,0	394	1,68	1,93	5,2	48,8
0,59	0,79	12,7	369	1,74	1,99	5,0	45,7
0,62	0,82	12,2	336	2,10	2,40	4,17	30,9
0,64	0,84	11,9	315	2,26	2,56	3,9	26,7
0,67	0,87	11,5	290	2,44	2,74	3,65	23,0
0,69	0,89	11,2	270	2,63	2,93	3,4	19,9
0,72	0,92	10,9	253	2,83	3,13	3,2	17,2
0,74	0,94	10,6	240	3,05	3,35	3,0	14,8
0,77	0,97	10,3	222				

Ток плавления медных проводов

При заданном токе плавления $I_{пл}$ диаметр медного провода (в миллиметрах) определяют по формуле:

$$d \approx 0,034 I_{пл} \pm 0,005.$$

Приведенная формула верна для медных проводов, диаметр которых не превышает 0,2 мм.

В табл. 19 приведены данные о токе плавления медных проводов.

Таблица 19

Ток плавления (в а)	Диаметр провода (в мм)	Ток плавления (в а)	Диаметр провода (в мм)	Ток плавления (в а)	Диаметр провода (в мм)
1	0,05	5	0,15	15	0,3
2	0,08	7	0,2	20	0,35
3	0,11	10	0,25	25	0,45

МАРКИРОВКА ПРОВОДОВ

Существует много проводов из различных материалов и с различной изоляцией. Для удобства пользования каждому типу проводов присвоено сокращенное условное наименование (марка).

Наиболее употребительные марки проводов, шнуров и кабелей следующие:

Марки	Расшифровка марки
ЗП	Звонковый провод (диаметр 0,5 мм и 0,8 мм) с двухслойной хлопчатобумажной изоляцией, пропитанной парафином
ЛЭШО	Провод обмоточный высокочастотный (литцендрат), скрученный из эмалированных проволок; жила изолирована одинарной шелковой обмоткой
ЛЭШД	То же; жила изолирована двойной шелковой обмоткой
МГБД	Провод монтажный одножильный гибкий, изолированный двойной обмоткой из хлопчатобумажной пряжи
МГБДО	То же; изолированный двойной хлопчатобумажной обмоткой и оплеткой
МГШД	То же, изолированный двойной шелковой обмоткой.
МГШДО	То же, изолированный двойной шелковой обмоткой и оплеткой
ПА	Провод антенный медный нормальный (имеет от 7 до 19 отдельных проволок)
ПАГ	То же; гибкий (имеет 7 стренг по 7 или 12 проволок в каждой).
ПБ	Медный провод с изоляцией в несколько слоев из кабельной бумаги
ПББО	То же с изоляцией в несколько слоев из кабельной бумаги и несплошной хлопчатобумажной обмотки

Продолжение

Марка	Расшифровка марки
ПБД	То же с изоляцией в два слоя хлопчатобумажной обмотки
ПБДК	Константановый обмоточный провод, изолированный двумя слоями хлопчатобумажной обмотки
ПБДМ	Манганиновый обмоточный провод, изолированный двумя слоями хлопчатобумажной обмотки
ПБО	Медный провод с изоляцией в один слой хлопчатобумажной обмотки
ПБОК	Константановый обмоточный провод с изоляцией одним слоем хлопчатобумажной обмотки
ПБОМ	Манганиновый обмоточный провод с изоляцией одним слоем хлопчатобумажной обмотки
ПБОО	Медный провод с хлопчатобумажной изоляцией в один слой и хлопчатобумажной оплеткой
ПБТ	То же с изоляцией в три слоя хлопчатобумажной обмотки
ПВГ-10	Провод высоковольтный, гибкий одножильный с резиновой изоляцией для рабочего напряжения 10 000 в
ПР	Провод с медной жилой, с резиновой изоляцией, в пропитанной оплетке из хлопчатобумажной пряжи
ПР-380	Провод одножильный с резиновой изоляцией (с числом проволок в жиле от 1 до 61) для номинального напряжения не более 380 в
ПР-1000	То же для номинального напряжения не более 1000 в (полная изоляция: кабельная бумага, вулканизированная резина, миткалевая лента, хлопчатобумажная оплетка)
ПР-3000	То же для номинального напряжения не более 3000 в
ПРГ	Провод с медной жилкой, с резиновой изоляцией, в пропитанной оплетке из хлопчатобумажной пряжи, гибкий
ПРГ-1000	Провод одножильный гибкий с резиновой изоляцией жилы, обмоткой миткалевой ленты с перекрытием и оплеткой из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом, для номинального напряжения не более 1000 в
ПРД	Провод двухжильный гибкий с резиновой изоляцией жилы и оплеткой из хлопчатобумажной пряжи (с числом проволок в жиле 7 или 19)
ПШД	Медный провод обмоточный с двумя слоями шелковой обмотки
ПШДК	Константановый обмоточный провод с изоляцией двумя слоями шелковой обмотки
ПШДМ	Манганиновый обмоточный провод с изоляцией двумя слоями шелковой обмотки

Продолжение

Марка	Расшифровка марки
ПШО	Медный провод с одним слоем шелковой обмотки.
ПШОК	Константановый обмоточный провод с одним слоем шелковой обмотки
ПШОМ	Манганиновый обмоточный провод с одним слоем шелковой обмотки
ПШН	Провод голый гибкий медный для щеток электрических машин и соединений в электрических аппаратах.
ПЭ	Медный провод с изоляцией нормальной эмалью
ПЭБД	То же с изоляцией эмалью и двумя слоями хлопчатобумажной обмотки
ПЭБО	То же с изоляцией эмалью и одним слоем хлопчатобумажной обмотки
ПЭЛ-2	То же с изоляцией лакостойкой эмалью
ПЭЛ-1	То же с изоляцией лакостойкой эмалью повышенного качества
ПЭЛБО	То же с изоляцией лакостойкой эмалью и одним слоем хлопчатобумажной обмотки
ПЭЛШО	То же с изоляцией лакостойкой эмалью и одним слоем шелковой обмотки
ПЭБОК	Константановый обмоточный провод с изоляцией эмалью и одним слоем хлопчатобумажной обмотки
ПЭБОМ	Манганиновый обмоточный провод с изоляцией эмалью и одним слоем хлопчатобумажной обмотки
ПЭК	Константановый обмоточный провод с эмалевой изоляцией
ПЭМ	Манганиновый обмоточный провод с эмалевой изоляцией
ПЭШО	Медный обмоточный провод с изоляцией эмалью и одним слоем шелковой обмотки
ПЭШОК	Константановый обмоточный провод с изоляцией эмалью и одним слоем шелковой обмотки
ПЭШОМ	Манганиновый обмоточный провод с изоляцией эмалью и одним слоем шелковой обмотки
РПО	Провод многожильный для радиоустановок; каждая жила покрыта спиралью из хлопчатобумажной пряжи, а поверх нее — вулканизированной резиной; после скрутки жил провода покрываются слоем прорезиненной миткалевой ленты, хлопчатобумажной оплеткой, пропитанной противогнилостным составом
РПОЭ	То же, в металлической оплетке из медных проволок
РПШ	То же, в резиновом шланге (для монтажа в сырых помещениях)
РПШЭ	То же, в резиновом шланге и металлической оплетке из медных луженых проволок

Продолжение

Марка	Расшифровка марки
СРГ-1000	Кабель (одножильный или двухжильный) с резиновой изоляцией оцинкованный голый, для номинального напряжения не более 1000 в
СРГ-2000	То же для номинального напряжения не более 2000 в
СРГ-3000	То же, для номинального напряжения не более 3000 в
СРГ-6000	То же, для номинального напряжения не более 6000 в
СРГ-10 000	То же, для номинального напряжения не более 10 000 в
ТРК	Кабель телефонный распределительный с изоляцией из пропитанной хлопчатобумажной пряжи в голой свинцовой оболочке
ТГ	Кабель с воздушно-бумажной изоляцией в голой свинцовой оболочке парной скрутки для местных сетей
ШК	Шнур коммутаторный с жилой из мишурных ниток в спирали из двух стальных проволок в оплетке из хлопчатобумажной пряжи
ШК-1	То же с одной мишурной жилой в стальной спирали
ШК-2	То же с двумя жилами в виде стальной спирали
ШК-3	То же с двумя мишурными жилами и с одной жилой в виде стальной спирали
ШКБ-2	То же с двумя мишурными жилами
ШКБ-3	То же с тремя мишурными жилами
ШМ	Шнур со скрученными между собой жилами из мишурных ниток в шелковой обмотке, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, для телефонных аппаратов «Мюльтипль»
ШР	Шнур двухжильный с резиновой изоляцией
ШРП	Шнур подвесной (блочный) двухжильный с резиновой изоляцией
ШТО	Шнур телефонный в общей оплетке (количество жил от двух до семи)
ШТВ	Шнур телефонный витой с двумя жилами.
ПМВ	Провод монтажный с винилитовой (хлорвиниловой) изоляцией разных цветов
ПМОВ	То же с изоляцией одним слоем хлопчатобумажной обмотки и поверх него слоем винилита

В табл. 20 приведена характеристика проводов ЛЕШО и ЛЕШД-обмоточных высокочастотных проводов (литцендрат) с изоляцией жил одинарной и двойной шелковой обмоткой.

Таблица 20

Характеристика проводов ЛЭШО и ЛЭШД

Диаметр проволоки (в мм)	Число проволок и система скрутки	Сечение провода (в мм ²)	ЛЭШО		ЛЭШД	
			диаметр (в мм)	вес 1 км (в кг)	диаметр (в мм)	вес 1 км (в кг)
0,07	7	0,0269	0,34	0,29	0,40	0,32
	8	0,0307	0,36	0,31	0,42	0,34
	9	0,0344	0,39	0,37	0,45	0,41
	10	0,0385	0,42	0,41	0,48	0,45
	11	0,0424	0,43	0,45	0,49	0,49
	12	0,0462	0,44	0,49	0,50	0,53
	13	0,0500	0,45	0,53	0,51	0,57
	14	0,0539	0,47	0,56	0,53	0,60
	16	0,0615	0,48	0,63	0,54	0,69
	19	0,0731	0,50	0,70	0,56	0,75
	21	0,0818	0,52	0,81	0,58	0,86
	24	0,0922	0,56	0,86	0,62	0,92
	28	0,108	0,61	1,10	0,67	1,16
	32	0,123	0,64	1,24	0,70	1,31
	7 × 5 = 35	0,135	0,77	1,37	0,83	1,45
	7 × 6 = 42	0,162	0,83	1,63	0,89	1,72
	7 × 7 = 49	0,189	0,85	1,89	0,91	1,98
	7 × 8 = 56	0,216	0,89	2,16	0,95	2,25
	7 × 9 = 63	0,242	0,98	2,43	1,04	2,53
	7 × 10 = 70	0,268	1,07	2,69	1,13	2,80
	7 × 12 = 84	0,323	1,13	3,21	1,19	3,33
	7 × 15 = 105	0,404	1,25	4,00	1,31	4,12
	7 × 17 = 119	0,458	1,31	4,52	1,37	4,67
	7 × 21 = 147	0,565	1,37	5,55	1,43	5,68
7 × 25 = 175	0,674	1,58	6,61	1,64	6,74	
7 × 30 = 210	0,807	1,65	7,87	1,71	7,90	
7 × 35 = 245	0,945	1,74	9,20	1,80	9,30	
0,10	7	0,0549	0,46	0,59	0,52	0,62
	8	0,0627	0,48	0,65	0,54	0,69
	9	0,0706	0,53	0,74	0,59	0,79
	10	0,0785	0,58	0,80	0,64	0,84
	11	0,0863	0,59	0,83	0,65	0,92
	12	0,0942	0,60	0,95	0,66	0,98
	13	0,1021	0,62	1,03	0,68	1,06
	14	0,1109	0,63	1,10	0,69	1,14
	16	0,1268	0,67	1,25	0,73	1,29
	19	0,1492	0,70	1,48	0,76	1,52
	21	0,1550	0,73	1,63	0,79	1,68
	24	0,187	0,82	1,86	0,83	1,91
	28	0,220	0,87	2,10	0,93	2,20
	32	0,251	0,92	2,46	0,98	2,50

Продолжение

Диаметр проволоки (в мм)	Число проволок и система скрутки	Сечение провода (в мм ²)	ЛЭШО		ЛЭШД	
			диаметр (в мм)	вес 1 км (в кг)	диаметр (в мм)	вес 1 км (в кг)
0,20	7 × 5 = 35	0,275	1,10	2,75	1,16	2,86
	7 × 6 = 42	0,330	1,19	3,35	1,25	3,47
	7 × 7 = 49	0,384	1,24	3,82	1,29	3,93
	7 × 8 = 56	0,440	1,28	4,36	1,34	4,49
	7 × 9 = 63	0,495	1,42	4,89	1,48	5,04
	7 × 10 = 70	0,550	1,54	5,43	1,60	5,59
	7 × 12 = 84	0,650	1,64	6,48	1,70	6,67
	7 × 15 = 105	0,825	1,82	7,88	1,88	8,11
	7 × 17 = 119	1,15	2,00	11,30	2,06	11,51
	7 × 25 = 175	1,37	2,34	13,45	2,40	13,70
	7 × 30 = 210	1,65	2,44	16,10	2,50	16,35
	7 × 35 = 245	1,93	2,62	18,74	2,68	19,00
	7	0,220	0,75	2,12	0,81	2,20
	8	0,251	0,80	2,45	0,86	2,53
	9	0,283	0,88	2,72	0,94	2,80
	10	0,314	0,96	3,01	1,02	3,09
	11	0,346	0,98	3,30	1,04	3,39
	12	0,377	1,01	3,59	1,07	3,67
	13	0,409	1,04	3,89	1,10	3,97
	14	0,440	1,05	4,18	1,11	4,26
	16	0,504	1,12	4,76	1,18	4,54
	19	0,597	1,18	5,64	1,24	5,73
	21	0,661	1,23	6,22	1,29	6,30
	24	0,754	1,39	7,09	1,45	7,17
	28	0,881	1,48	8,28	1,54	8,36
	32	1,01	1,55	9,49	1,61	9,53
	7 × 5 = 35	1,10	1,89	10,46	1,95	10,66
	7 × 6 = 42	1,33	2,00	12,53	2,10	12,75
	7 × 7 = 49	1,54	2,06	14,44	2,12	14,59
	7 × 8 = 56	1,76	2,12	16,66	2,18	16,88
	7 × 9 = 63	1,98	2,46	18,81	2,52	19,00
	7 × 10 = 70	2,20	2,71	20,72	2,77	21,10
	7 × 12 = 84	2,64	2,87	24,94	2,93	25,22
	7 × 15 = 105	3,30	3,20	31,18	3,26	31,50

ИНДУКТИВНОСТЬ И КАТУШКИ

ИНДУКТИВНОСТЬ

Вокруг каждого проводника, по которому проходит электрический ток, создается силовое магнитное поле, изменяющееся соответственно изменениям электрического тока, протекающего через проводник.

Если через провод проходит переменный ток, то изменение тока вызывает изменение магнитного потока вокруг провода, что, в свою очередь, создает в проводнике электродвижущую силу.

Это явление называется самоиндукцией, а электродвижущая сила, появляющаяся в проводнике в результате пересечения его магнитными линиями вследствие изменения тока, проходящего в этом же проводнике, называется электродвижущей силой самоиндукции.

Если проводник намотать в виде катушки, то магнитные поля отдельных ее витков складываются. При этом самоиндукция проводника значительно возрастает.

Катушки самоиндукции, представляющие собой обмотку из провода, в радиотехнике применяются тогда, когда нужно иметь проводник с большой самоиндукцией.

Поскольку единица самоиндукции—генри—велика, обычно самоиндукцию вычисляют в меньших единицах—миллигенри, микрогенри и сантиметр (индуктивности). В радиотехнической практике приходится встречаться со всеми четырьмя перечисленными единицами (см. стр. 17).

Во всех радиотехнических формулах и схемах катушки самоиндукции обозначаются латинской буквой L .

САМОИНДУКЦИЯ В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Провод, из которого намотана катушка самоиндукции, имеет какое-то сопротивление, измеряемое в омах. Это сопротивление принято называть активным, или ваттным, сопротивлением.

Включенная в цепь постоянного тока катушка самоиндукции представляет для него чисто активную (ваттную) нагрузку. Под действием же переменного тока образуется переменное магнитное поле и в катушке индуцируется электродвижущая сила самоиндукции, всегда направленная так, чтобы препятствовать всякому изменению силы тока в электрической цепи.

Сопротивление катушки самоиндукции переменному току тем больше, чем выше частота тока и чем больше самоиндукция катушки. Такой вид сопротивления называется индуктивным. На преодоление

его не расходуется мощность источника переменного тока, поэтому его часто называют еще реактивным, или безваттным.

Индуктивное сопротивление, как и омическое (активное), измеряется омами.

ИНДУКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

Индуктивное сопротивление, оказываемое катушкой самоиндукции переменному току, определяется из формулы:

$$X_L = 6,28 fL, \quad (5,1)$$

где: X_L — индуктивное сопротивление (в ом); f — частота (в гц); L — самоиндукция (в гн).

Для подсчета индуктивного сопротивления, оказываемого катушкой переменному току высоких частот (радиочастот), когда известна длина волны, удобно пользоваться упрощенной формулой.

$$X_L \approx \frac{2L}{\lambda}, \quad (5,2)$$

где: L — самоиндукция (в см); λ — длина волны (в м).

Таким образом, переменный ток, проходящий через катушку самоиндукции, встречает два вида сопротивления — индуктивное (реактивное) и активное (ваттное).

Полное сопротивление катушки самоиндукции переменному току составляется из индуктивного и активного сопротивлений и равно:

$$Z = \sqrt{R^2 + (6,28fL)^2}, \quad (5,3)$$

где: R — активное сопротивление (в ом); f — частота переменного тока (в гц); L — индуктивность катушки (в гн).

СОЕДИНЕНИЕ КАТУШЕК САМОИНДУКЦИИ

Катушки самоиндукции можно соединять последовательно (рис. 10, а) и параллельно (рис. 10, б).

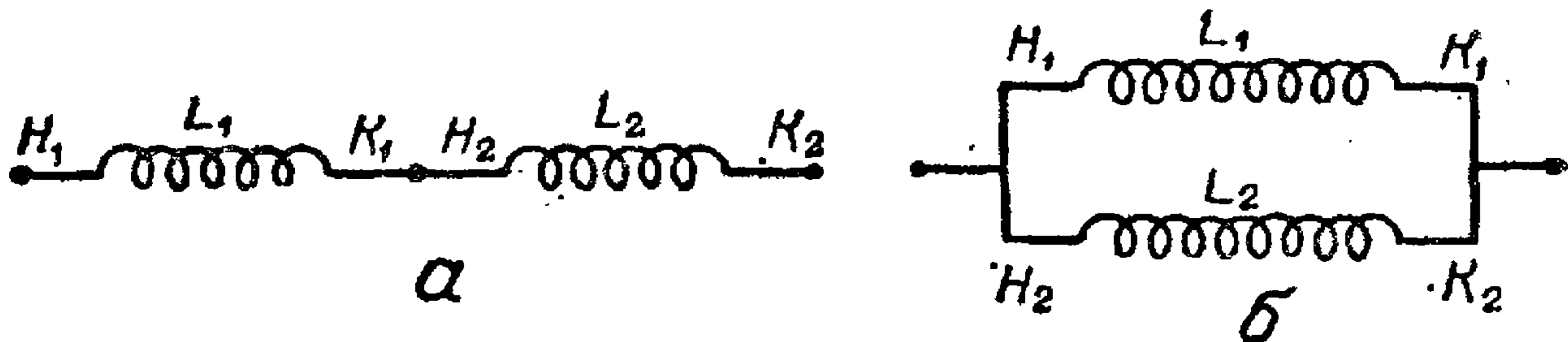


Рис. 10. Включение катушек самоиндукции: а — последовательное; б — параллельное.

Суммарная самоиндукция L нескольких параллельно соединенных самоиндукций подсчитывается по формуле:

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots \quad (5,4)$$

При параллельном соединении индуктивностей суммарная индуктивность цепи уменьшается.

Суммарная самоиндукция L нескольких последовательно соединенных катушек самоиндукции равна:

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + \dots \quad (5,5)$$

При последовательном соединении индуктивностей общая индуктивность цепи увеличивается.

Приведенные формулы справедливы для случая, когда магнитные поля катушек не влияют одно на другое.

ВЗАИМОИНДУКЦИЯ

Если в магнитное поле катушки поместить вторую катушку, то это магнитное поле, пересекая своими силовыми линиями витки второй катушки, создаст в ней некоторую электродвижущую силу. Электродвижущая сила, наведенная во второй катушке, называется электродвижущей силой взаимной индукции.

Единица взаимной индукции — генри — такая взаимная индукция между проводниками, при которой изменение тока в первом из них на 1 а в секунду вызывает во втором электродвижущую силу, равную 1 в.

Величину взаимной индукции двух катушек определяют по ее коэффициенту M . Упрощенный подсчет коэффициента взаимной индукции двух одинаковых параллельно расположенных катушек можно произвести по формуле:

$$M = \frac{0,6N^2d^2}{D^3}, \quad (5,6)$$

где: M — коэффициент взаимной индукции параллельно расположенных катушек (в см); N — число витков одной катушки, одинаковое для обеих катушек; d — диаметр намотки (в см), одинаковый для обеих катушек; D — расстояние между осями катушек (в см).

В радиолюбительской практике коэффициент взаимной индукции катушек обычно не подсчитывается и наиболее выгодное расстояние между катушками приемника (например, между антенной и сеточной катушкой) подбирается опытным путем.

СОБСТВЕННАЯ ЕМКОСТЬ КАТУШЕК

В результате того, что витки катушки размещены в непосредственной близости один от другого, каждая катушка самоиндукции имеет свою собственную емкость. Собственная емкость в катушке создается не только между соседними ее витками, но также и между лежащими один на другом слоями обмотки при многослойной обмотке.

Наличие собственной емкости у катушки уменьшает перекрытие диапазона и увеличивает потери, вследствие чего при конструировании катушки стремятся уменьшить эту емкость.

Для получения необходимой самоиндукции при минимальных величинах активного сопротивления и собственной емкости прибегают к различным способам намотки и придают катушкам самые разнообразные формы (цилиндрическая, сотовая, корзиночная, тороидная и т. д.).

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КАТУШЕК

Проектируя катушки для приемника, обычно учитывают ее индуктивность L , активное сопротивление R (r), собственную емкость обмотки C и магнитное поле катушки.

Главнейший параметр катушки — ее индуктивность — зависит от ее геометрических размеров, числа витков и способа намотки.

На работу приемника существенно влияет также и активное сопротивление обмотки.

Чем меньше величина r , тем избирательнее прием, острее настройка, больше усиление, но вместе с тем приемник труднее наладить, легче возникает генерация, более неравномерна работа по диапазону.

Величина междувитковой емкости зависит от способа размещения слоев намотки. Наименьшую емкость имеет однослойная, или секционированная, намотка.

Пользуясь металлическими чехлами для экранирования катушек, следует помнить, что близко расположенный экран увеличивает собственную емкость катушки.

Магнитное поле катушки желательно иметь наиболее компактным, замкнутым внутри самой обмотки катушки.

Катушки с замкнутым магнитным полем не влияют на соседние детали приемника и сами не подвергаются вредному воздействию со стороны внешних магнитных полей.

Уменьшить магнитное поле катушки можно, уменьшив размеры самой катушки. Кроме того, в современных приемниках применяют железные (магнетитовые) сердечники и экранирование отдельных каскадов и отдельных катушек.

ПОДСЧЕТ ИНДУКТИВНОСТИ ОДНОСЛОЙНЫХ КАТУШЕК

В радиолюбительской практике часто встречаются цилиндрические однослойные катушки. Обычно это — картонный цилиндр с плотно намотанным на него в один слой изолированным проводом.

По сравнению с другими типами катушек однослойные имеют ряд преимуществ, а именно: легкость изготовления по расчету; очень малая собственная емкость обмотки; возможность получения достаточно малого активного сопротивления; легкость получения одинаковых по своим качествам катушек, что играет немаловажную роль при спаривании управления настройки нескольких контуров на одной оси.

Для подсчета самоиндукции таких катушек пользуются формулой:

$$L = \frac{9,86 D^2 n^2 k}{l}, \quad (5,7)$$

где: L — коэффициент самоиндукции катушки (в см); D — диаметр катушки (в см); l — длина намотки катушки (в см); n — полное число витков; k — поправочный коэффициент, зависящий от соотношения между диаметром катушки и ее длиной.

Значения коэффициента k для различных катушек приведены в табл. 21.

Таблица 21

Значения поправочного коэффициента k

$\frac{D}{l}$	k	$\frac{D}{l}$	k	$\frac{D}{l}$	k	$\frac{D}{l}$	k
0,00	1,000	0,48	0,824	2,6	0,463	12	0,179
0,02	0,992	0,50	0,818	2,8	0,445	13	0,169
0,04	0,983	0,55	0,803	3,0	0,429	14	0,160
0,06	0,975	0,60	0,789	3,2	0,415	15	0,153
0,08	0,967	0,65	0,775	3,4	0,401	16	0,146
0,10	0,959	0,70	0,761	3,6	0,388	17	0,139
0,12	0,951	0,75	0,748	3,8	0,376	18	0,134
0,14	0,943	0,80	0,735	4,0	0,365	19	0,128
0,16	0,935	0,85	0,723	4,2	0,355	20	0,124
0,18	0,928	0,90	0,711	4,4	0,346	22	0,115
0,20	0,920	0,95	0,700	4,6	0,336	24	0,108
0,22	0,913	1,00	0,688	4,8	0,328	26	0,102
0,24	0,905	1,1	0,667	5,0	0,320	28	0,096
0,26	0,898	1,2	0,648	5,5	0,302	30	0,091
0,28	0,891	1,3	0,629	6,0	0,285	32	0,087
0,30	0,884	1,4	0,612	6,5	0,271	34	0,083
0,32	0,877	1,5	0,595	7,0	0,258	36	0,079
0,34	0,870	1,6	0,580	7,5	0,247	38	0,076
0,36	0,863	1,7	0,565	8,0	0,237	40	0,073
0,38	0,756	1,8	0,551	8,5	0,227	44	0,068
0,40	0,850	1,9	0,538	9,0	0,218	48	0,063
0,42	0,843	2,0	0,526	9,5	0,211	50	0,061
0,44	0,837	2,2	0,503	10	0,203	75	0,044
0,46	0,831	2,4	0,482	11	0,190	100	0,035

Для катушек, у которых диаметр и длина намотки не отличаются друг от друга более чем в 4—5 раз, коэффициент k можно найти по следующей эмпирической формуле:

$$k = \frac{2,3}{2,3 + \frac{D}{l}} \quad (5,8)$$

При пользовании расчетными формулами величины D и l нужно определять так, как это показано на рис. 11.

Пример. Определить самоиндукцию однослойной цилиндрической катушки при $D = 10$ см; $n = 50$; $l = 25$ см.

Решение. Определяем отношение $\frac{D}{l}$ и выбираем по таблице поправочный коэффициент k .

$$\frac{D}{l} = \frac{10}{25} = 0,4; \quad k = 0,85.$$

Подсчитываем самоиндукцию катушки:

$$L = \frac{9,86 D^2 n^2 k}{l} = \frac{9,86 \cdot 100 \cdot 2500 \cdot 0,85}{25} = 83810 \text{ см.}$$

Конструируя катушку самоиндукции, нужно иметь в виду, что при данной длине провода наибольшая самоиндукция будет в случае, когда провод наматывается на катушку, длина которой приблизительно в 2,5 раза больше диаметра.

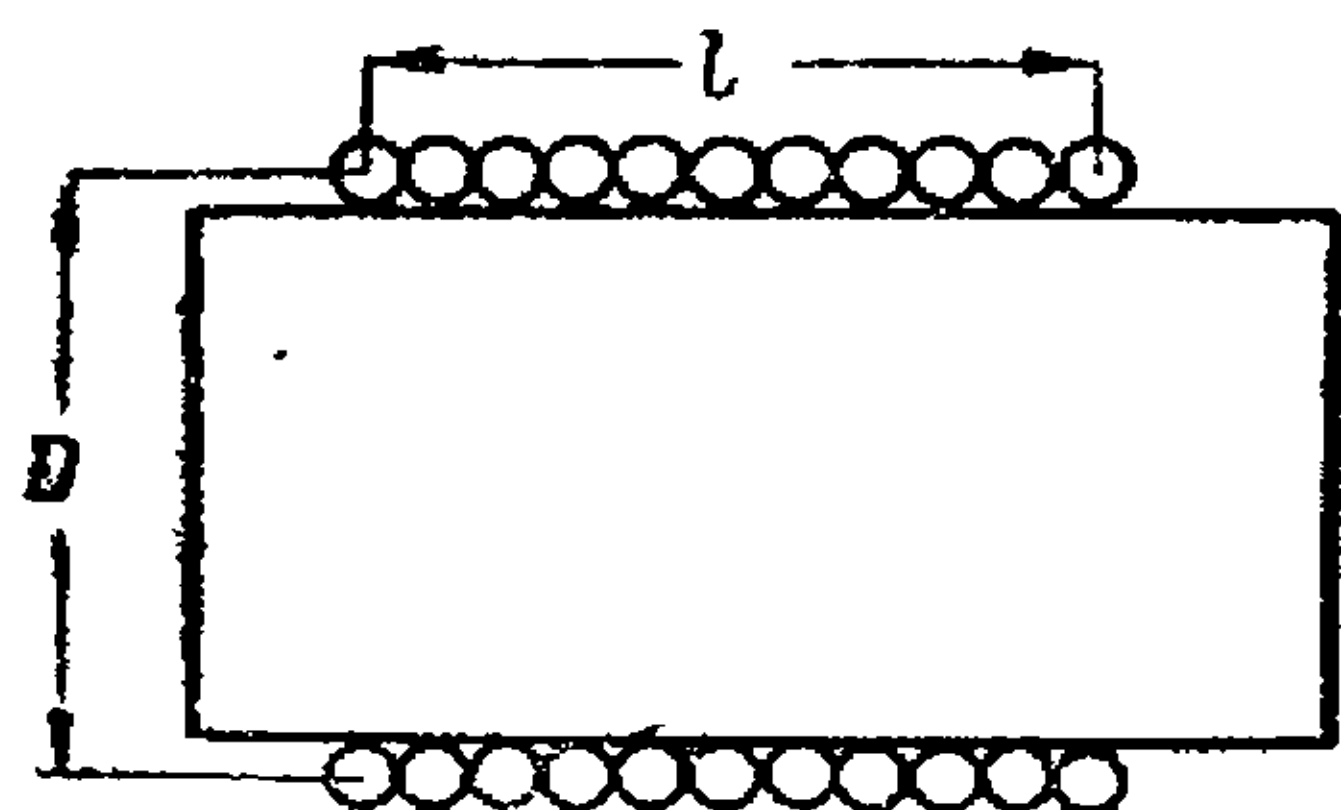


Рис. 11. Определенные величины D и l .

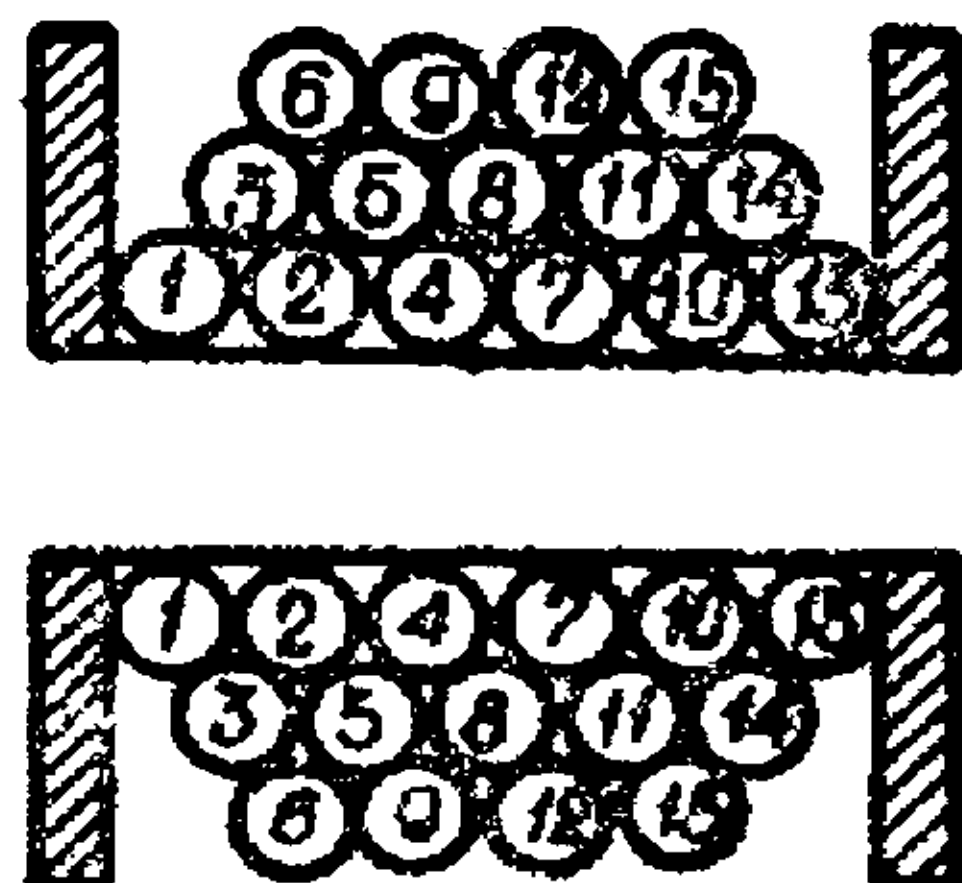


Рис. 12. Порядок намотки многослойных катушек.

Приведенная формула также применима для подсчета самоиндукции однослойных катушек квадратной формы. В этом случае вместо диаметра D в формулу подставляют длину одной стороны квадрата (в сантиметрах).

Однослойные катушки многоугольной формы можно также рассчитывать по формуле, приведенной для цилиндрических катушек. В этом случае D есть средний диаметр между диаметрами описанной и вписанной в многоугольник окружностей.

Если при данном размере цилиндра катушки нужно иметь большую самоиндукцию, намотку производят в несколько слоев. Однако недостатком таких многослойных катушек является их сравнительно большая собственная емкость. Несколько уменьшить ее можно, изменив порядок намотки витков (рис. 12).

Для расчета самоиндукции таких многослойных катушек можно пользоваться формулой:

$$L = 9,86 D^2 n^2 p^2 l k_0, \quad (5,9)$$

где: L — коэффициент самоиндукции катушки (в см); D — диаметр катушки (в см); n — число витков на 1 см длины в одном слое; p — число слоев; l — длина катушки (в см); k_0 — поправочный коэффициент который зависит от отношения $\frac{l}{D}$.

Значения коэффициента k_0 приведены в табл. 22.

Таблица 22

Значения поправочного коэффициента k_0

$\frac{l}{D}$	k_0	$\frac{l}{D}$	k_0	$\frac{l}{D}$	k_0	$\frac{l}{D}$	k_0
0,50	0,51	1,50	0,76	3,00	0,86	5,00	0,91
0,75	0,62	2,00	0,81	3,50	0,88	6,00	0,92
1,00	0,67	2,50	0,84	4,00	0,90		

Пример. Определить самоиндукцию многослойной катушки при $l = 8$ см; $D = 4$ см; $n = 7$; $p = 3$.

Решение:

$$\frac{l}{D} = \frac{8}{4} = 2; k_0 = 0,81.$$

$$L = 9,86 D^2 n^2 p^2 l k_0 = 9,86 \cdot 16 \cdot 49 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 0,81 = 451\,584 \text{ см.}$$

Если известно число витков многослойной катушки, то порядок величины индуктивности можно грубо определить по формуле:

$$L = 10 D_0 n^2,$$

где: L — самоиндукция катушки (в см); D_0 — начальный (внутренний) диаметр намотки (в см); n — число витков.

ЭКРАНИРОВАНИЕ КАТУШКИ

Для уменьшения влияния внешних магнитных полей на катушку самоиндукции часто пользуются металлическими экранами из хорошо проводящих немагнитных металлов — алюминия и латуни.

Экран уменьшает индуктивность катушки, причем чем ближе расположен экран, тем значительно уменьшится индуктивность катушки.

Уменьшение индуктивности катушки (в процентах) при установке экрана видно из табл. 23.

Таблица 23

Уменьшение индуктивности катушки

Отношение $\frac{D_э}{D_к}$	Уменьшение индуктивности катушки (в процентах)	Отношение $\frac{D_э}{D_к}$	Уменьшение индуктивности катушки (в процентах)
1,2	58	2,2	9
1,4	37	2,4	7
1,6	25	2,6	5
1,8	17	2,8	4
2,0	12	3,0	3

Индуктивность катушки в экране может быть подсчитана по формуле:

$$L_э = L \left[1 - \left(\frac{D_к}{D_э} \right)^3 \right] \cdot \left[1 - \left(\frac{l}{2l_э} \right)^2 \right]. \quad (5,10)$$

Здесь: $L_э$ — индуктивность катушки в экране; L — индуктивность катушки без экрана в тех же единицах, что и $L_э$; $\frac{D_к}{D_э}$ — отношение диаметра намотки к диаметру экрана (размеры в любых, но одинаковых единицах); $\frac{l}{2l_э}$ — отношение длины намотки к удвоенной длине экрана (размеры в любых, но одинаковых единицах).

КОРОТКОВОЛНОВЫЕ КАТУШКИ

Катушки коротковолнового диапазона обычно наматываются не вплотную, а виток от витка укладывается на некотором расстоянии. Расстояние между осями двух соседних витков называется шагом намотки и измеряется в миллиметрах или сантиметрах.

У коротковолновых катушек шаг намотки обычно значительно больше диаметра провода.

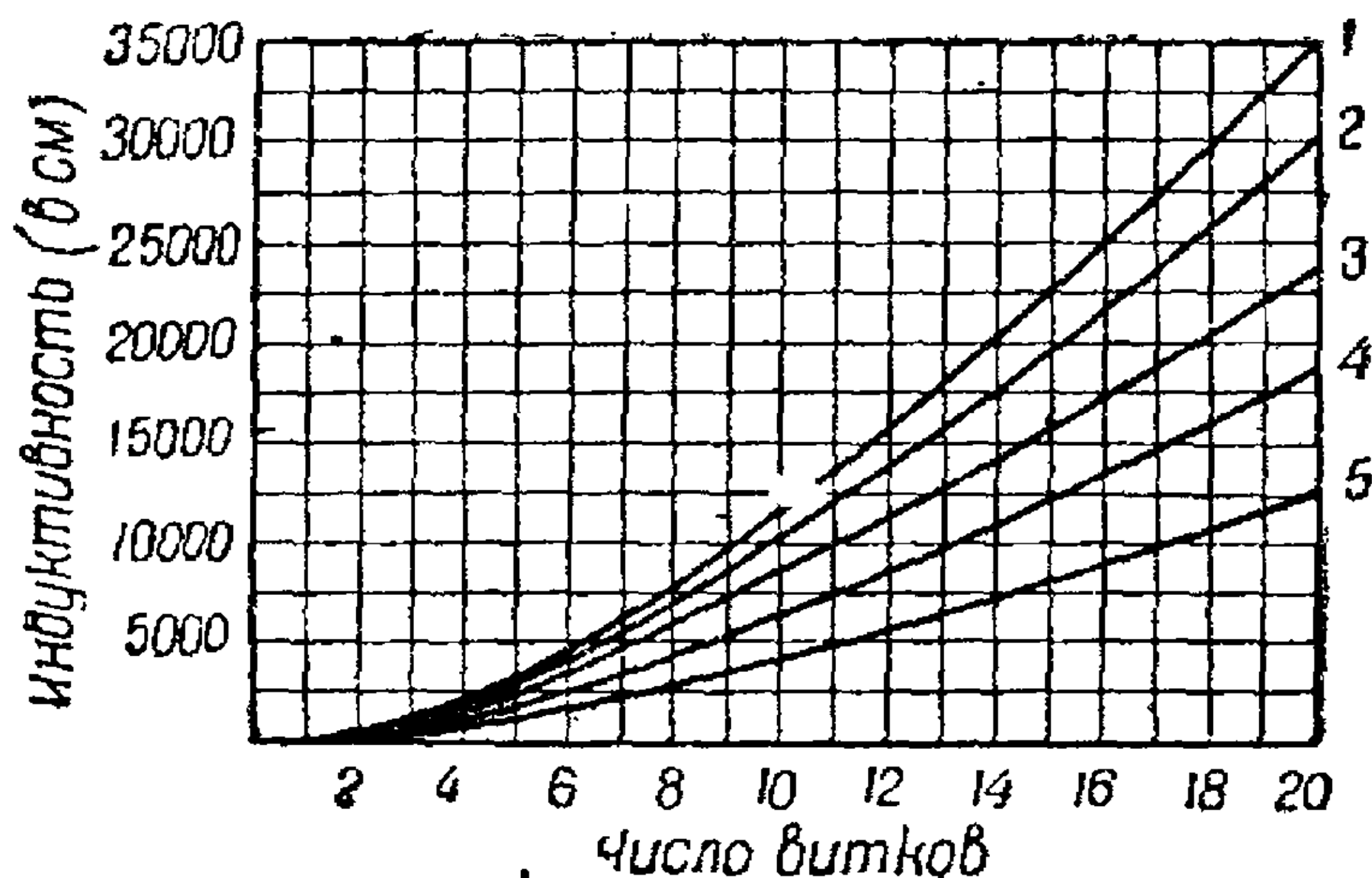


Рис. 13. График индуктивности однослойных коротковолновых катушек:

1	— диаметр	7,5 см,	шаг	1,5 мм
2	—	7,5	"	2
3	—	7,5	"	3
4	—	5	"	1,5
5	—	4	"	3

Пользуясь помещаемым на рис. 13 графиком, можно без всяких дополнительных вычислений подобрать удобный диаметр катушки, определить число витков и шаг намотки.

ИНДУКТИВНОСТЬ КРУГЛОГО ВИТКА¹

В практике радиолюбителей-коротковолновиков бывает необходимо подсчитать индуктивность одиночного круглого витка (рис. 14).

Определить индуктивность одиночного круглого витка можно по формуле:

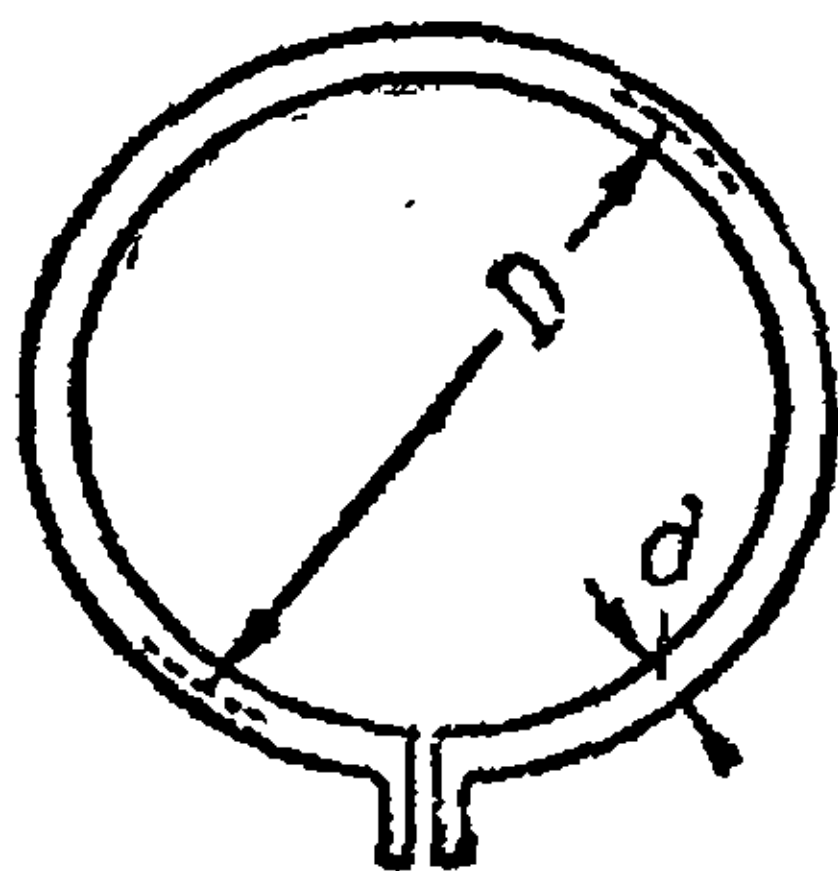


Рис. 14. Одиночный круглый виток.

$$L = 6,28D \left(\ln \frac{8D}{d} - 2 \right), \quad (5,11)$$

где: L — индуктивность (в см); D — средний диаметр витка (в см); d — диаметр провода (в см).

Для токов низкой частоты лучшие результаты получаются, если в формуле (5,11) в скобках вместо 2 вычитать 1,75.

¹ По Г. Г. Гинкину. „Справочник по радиотехнике“, 1939.

В табл. 24 приведены данные индуктивности одиночного витка для наиболее часто встречающихся в практике случаев.

Таблица 24

Индуктивность одиночного витка				
Средний диаметр <i>D</i> витка (в см)	Индуктивность <i>L</i> (в см) при диаметре <i>d</i> провода (в мм)			
	0,5	1	1,5	2
10	310	266	241	223
20	707	618	567	531
30	1140	1006	930	875
40	1590	1410	1310	1240
50	2060	1840	1710	1620

КАТУШКИ С ЖЕЛЕЗНЫМ СЕРДЕЧНИКОМ

Коэффициент индуктивности катушки с замкнутым железным сердечником (дросселя или трансформатора) подсчитывается по формуле:

$$L = \frac{1,26n^2 S\mu \cdot 10^{-8}}{l}, \quad (5,12)$$

где: L — коэффициент индуктивности (в гн); n — число витков; S — сечение железного сердечника (в см²); μ — магнитная проницаемость железа; l — средняя длина магнитного пути железного сердечника (в см).

Если по виткам катушки не течет постоянный ток и коэффициент индуктивности определяется только для переменной слагающей, то μ можно брать равным 400.

Если же через обмотку одновременно проходит и постоянный (подмагничивающий) ток, то величина μ несколько уменьшается. В таких случаях для определения величины магнитной проницаемости необходимо прежде всего подсчитать подмагничивающие ампервитки (AW_0) на единицу длины по формуле:

$$AW_0 = \frac{I_a n}{l}. \quad (5,13)$$

Здесь: I_a — величина протекающего по обмотке постоянного тока (в а); n — число витков; l — средняя длина магнитного пути в железном сердечнике (в см).

Зная подмагничивающие ампервитки, по табл. 25 находят значение магнитной проницаемости

Таблица 25

Величина магнитной проницаемости μ

Подмагничивающие ампервитки	Магнитная проницаемость	Подмагничивающие ампервитки	Магнитная проницаемость	Подмагничивающие ампервитки	Магнитная проницаемость
0,5	350	1,5	240	3	135
0,75	325	2	190	3,5	115
1	290	2,5	160	4	100

Практически, рассчитывая дроссель или трансформатор низкой частоты, радиолюбитель имеет готовый железный сердечник и ему известна требуемая (заданная) индуктивность обмотки. Необходимо только определить количество витков провода.

Пользуясь графиком рис. 15 и таблицей поправочных коэффициентов для случаев, когда в обмотке имеется подмагничивающий (постоянный) ток, можно очень легко подсчитать количество витков в обмотке.

Пример. Дроссель на железном сердечнике сечением $S = 6 \text{ см}^2$, со средней длиной магнитного пути $l = 12 \text{ см}$ должен иметь индуктивность 30 гн. Найти необходимое число витков.

Решение. Подсчитываем отношение $\frac{S}{l}$.

$$\frac{S}{l} = \frac{6}{12} = 0,5.$$

По графику (рис. 15) для линии $\frac{S}{l} = 0,5$ находим ответ на пересечении с горизонтальной линией, соответствующей индуктивности 30 гн. Для индуктивности в 30 гн необходимо 3500 витков.

При наличии тока подмагничивания индуктивность дросселя несколько уменьшается. Подсчитав по формуле (5,13) подмагничивающие ампервитки, можно приблизительно учесть уменьшение индуктивности пользуясь табл. 26.

Таблица 26

Коэффициент уменьшения самоиндукции

Подмагничивающие ампервитки	Коэффициент уменьшения самоиндукции K	Подмагничивающие ампервитки	Коэффициент уменьшения самоиндукции K	Подмагничивающие ампервитки	Коэффициент уменьшения самоиндукции K
0,5	0,8	1,5	0,53	3	0,32
1	0,65	2	0,45	4	0,24

В этом случае фактическая индуктивность дросселя L_0 будет равна индуктивности, найденной по графику и помноженной на коэффициент K из табл. 26, т. е.:

$$L_0 = LK.$$

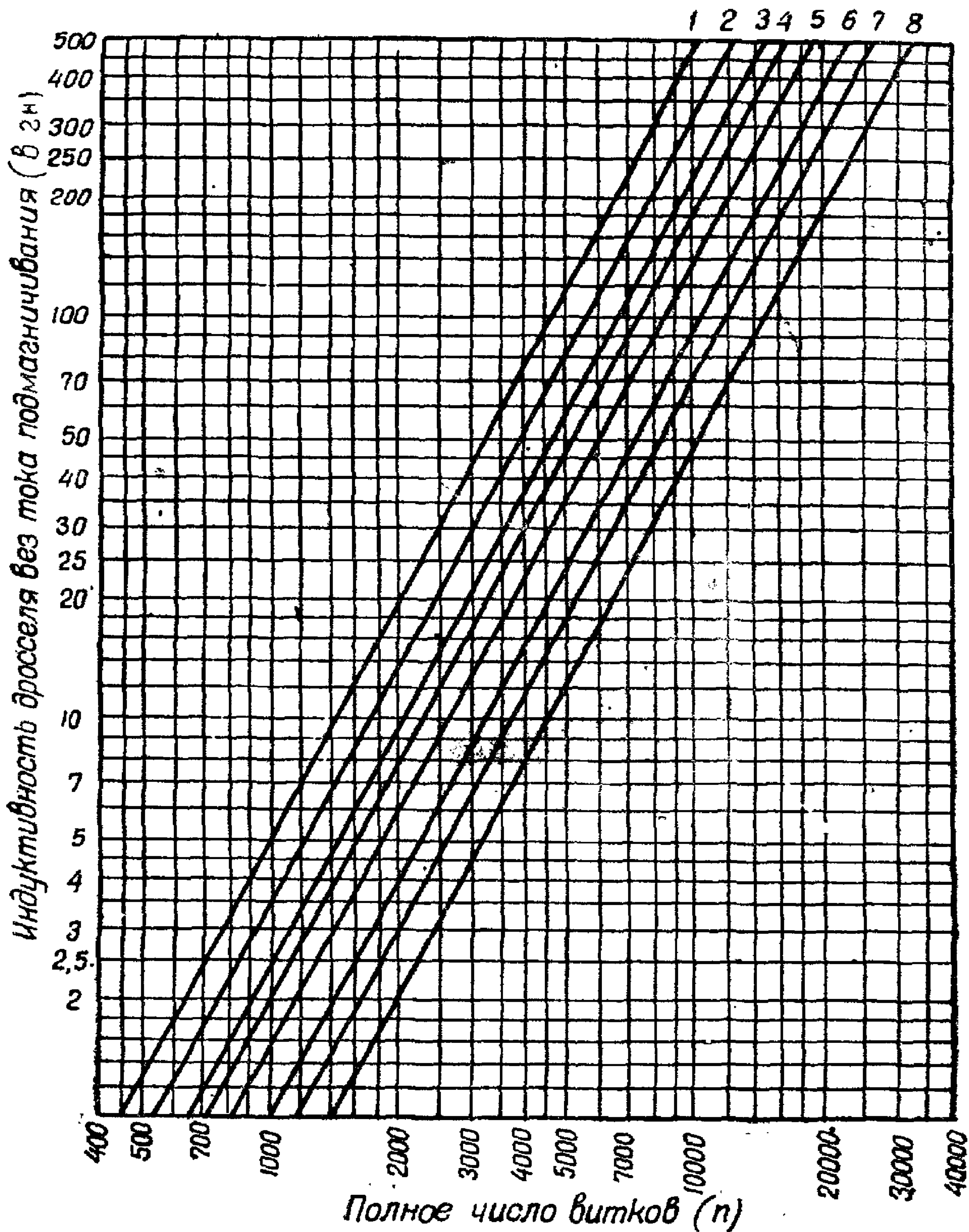


Рис. 15. График для расчета числа витков дросселя или трансформатора низкой частоты без тока подмагничивания:

1 — для $\frac{S}{l} = 1$; 2 — для $\frac{S}{l} = 0,7$; 3 — для $\frac{S}{l} = 0,5$; 4 — для $\frac{S}{l} = 0,4$; 5 — для $\frac{S}{l} = 0,3$; 6 — для $\frac{S}{l} = 0,2$; 7 — для $\frac{S}{l} = 0,15$; 8 — для $\frac{S}{l} = 0,1$.

РАДИОЧАСТОТНЫЕ КАТУШКИ С ЖЕЛЕЗНЫМ СЕРДЕЧНИКОМ

В большинстве современных приемников, в контурах, настраиваемых на радиочастоты, применяются специальные (магнетитовые) железные сердечники.

Магнетит — это мелко размолотая железная руда (магнитный железняк), смешанная со склеивающим изолирующим лаком и спрессованная под большим давлением в виде сердечников нужной формы (рис. 16).

Катушка с магнетитовым сердечником имеет самоиндукцию в 2,5—3 раза большую, чем такая же катушка без магнетита.

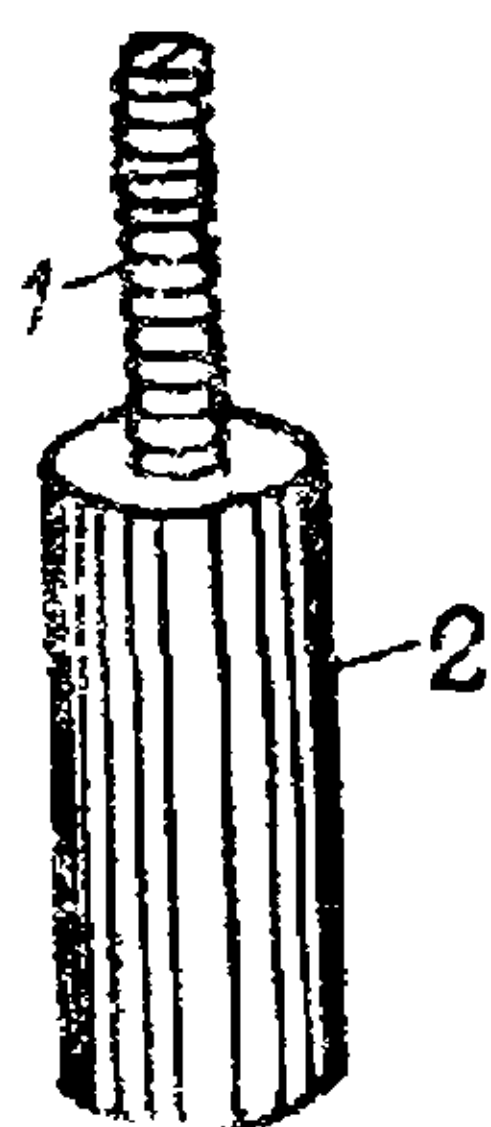


Рис. 16. Магнетитовый сердечник: 1 — латунный винт; 2 — магнетит.

Катушки с магнетитовыми сердечниками имеют ряд преимуществ, а именно: их габариты в несколько раз меньше по сравнению с воздушными катушками; облегчается экранирование катушек (из-за большого сосредоточения магнитного поля катушек); расход провода уменьшается в 2—3 раза по сравнению с воздушными катушками; очень удобна подстройка контуров (перемещением сердечника внутри катушки); отпадает необходимость в полупеременных конденсаторах при настройке трансформаторов промежуточной частоты и подгонке контуров суперв при одnorучном управлении настройкой.

Магнетитовые сердечники применяют в трансформаторах промежуточной частоты в супергетеродинах (рис. 17), в контурных катушках антенного и высокочастотного каскадов усиления на длинноволновых и средневолновых участках радиовещательного диапазона, в гетеродинных катушках средневолнового и длинноволнового диапазонов.

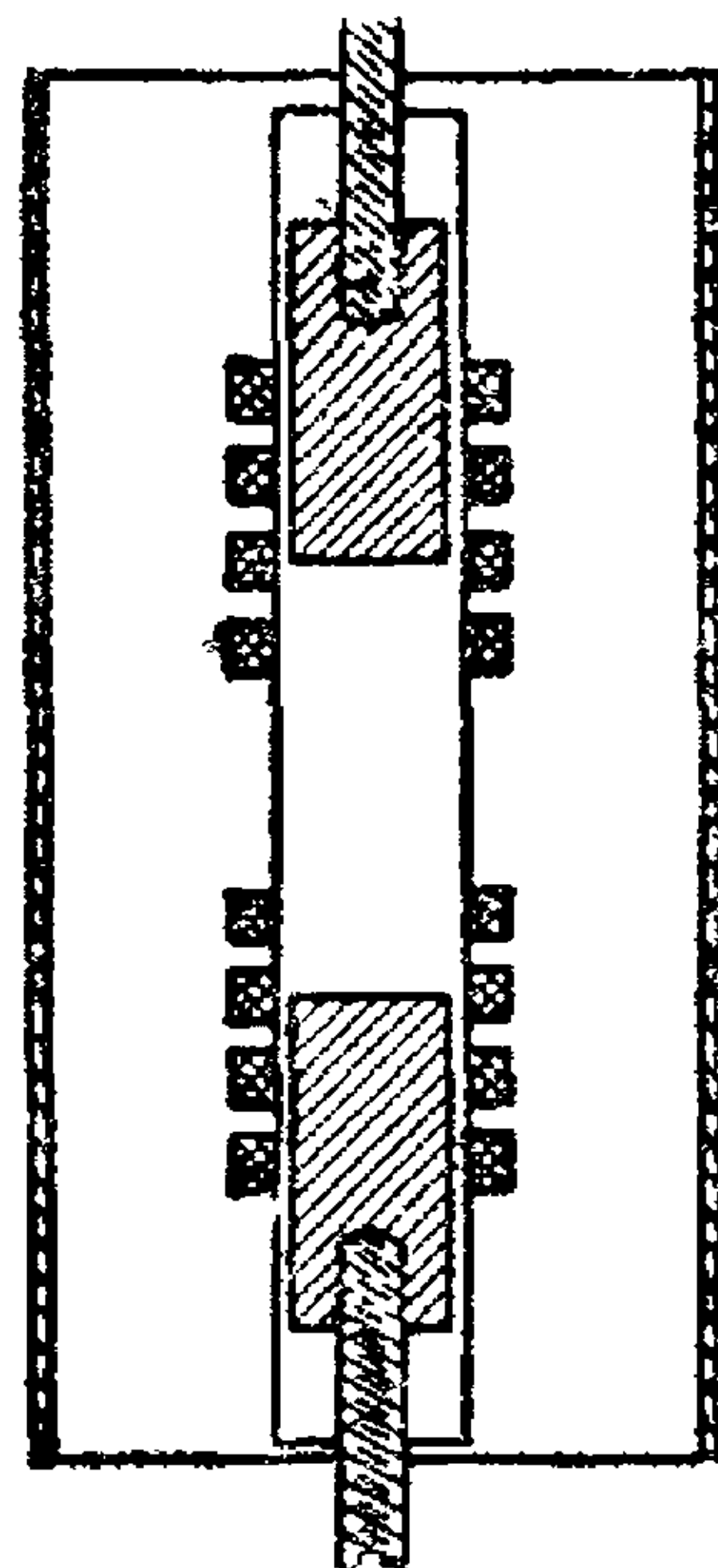


Рис. 17. Трансформатор промежуточной частоты с магнетитовыми сердечниками.

ЕМКОСТЬ И КОНДЕНСАТОРЫ

ЕМКОСТЬ КОНДЕНСАТОРА

Электрическими конденсаторами называются приборы, предназначенные для накопления электрических зарядов.

Конденсатор состоит из двух или нескольких металлических пластин, разделенных между собой диэлектриком (непроводником электричества) — воздухом, слюдой, парафином, шеллаком и т. п. Пластинки могут быть алюминиевые, цинковые, медные, латунные, свинцовые или из алюминиевой бумаги (фольги).

Основным параметром конденсатора является его емкость, т. е. способность накапливать большее или меньшее количество электричества.

Емкость конденсатора зависит: от величины рабочей поверхности пластин конденсатора; от толщины изоляционного слоя диэлектрика между пластинами, от диэлектрической постоянной диэлектрика.

Емкость конденсатора тем больше, чем больше рабочая поверхность пластинок, чем тоньше слой диэлектрика, чем больше диэлектрическая постоянная диэлектрика.

В радиотехнике применяют конденсаторы переменной и постоянной емкости.

Конденсаторы постоянной емкости обычно собирают из проводящих пластинок, отделенных одна от другой диэлектриком (чаще всего слюдой или парафинированной бумагой). Емкость таких конденсаторов постоянна, и изменить ее возможно лишь переделав конденсатор.

Конденсатор переменной емкости состоит из системы жестких неподвижных пластин, в промежутки между которыми вдвигаются подвижные пластины (рис. 18). Диэлектриком в таких конденсаторах чаще всего является воздух.

Неподвижные пластины переменного конденсатора называются статором переменного конденсатора, а подвижные — его ротором. В зависимости от принятой формы статорных и роторных пластин различают прямоемкостные (рис. 19, а), прямоволновые (квадратичные) (рис. 19, б).

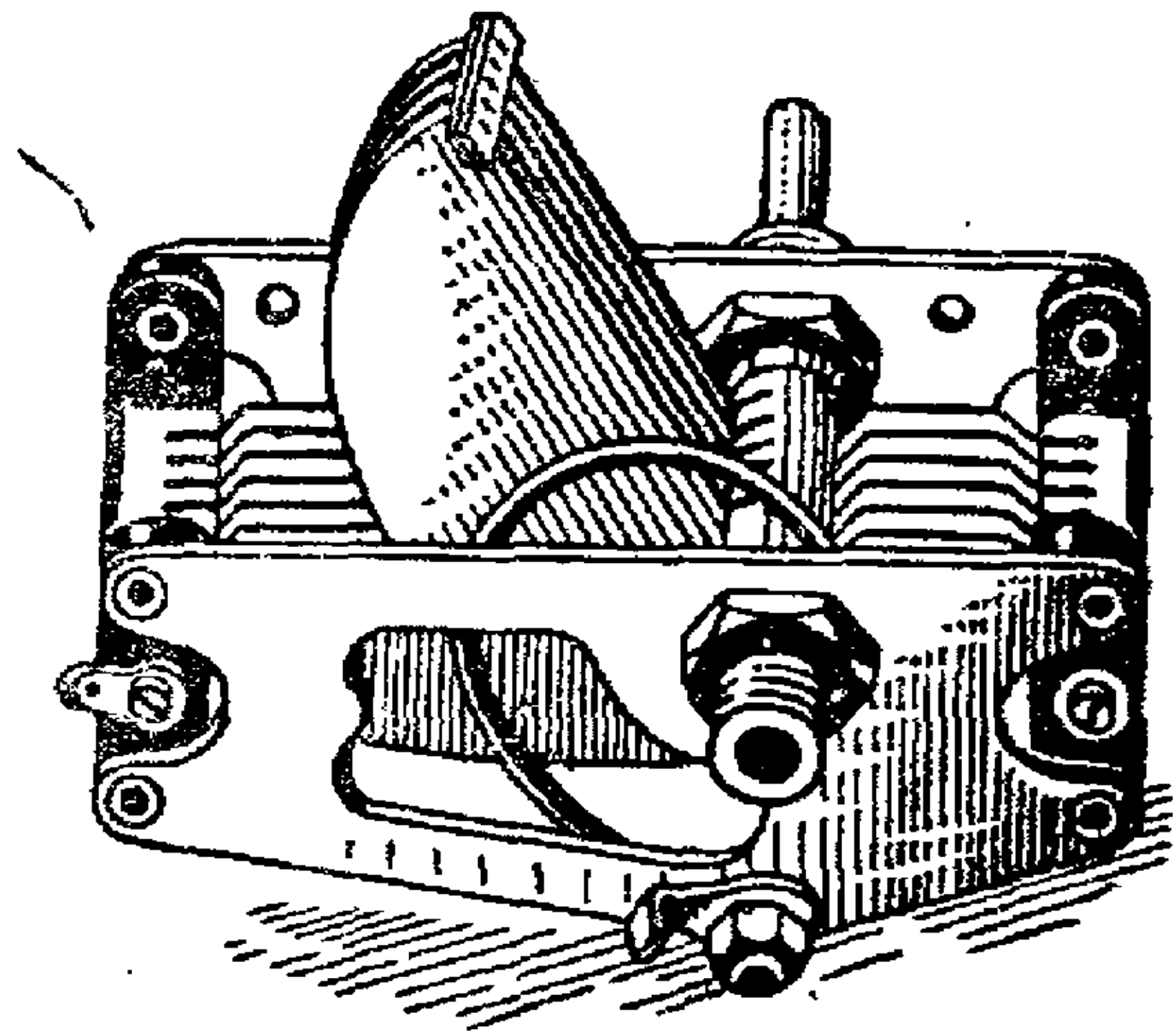


Рис. 18. Конденсатор переменной емкости.

прямоугольные (рис. 19, в и д) и среднелинейные (логарифмические) (рис. 19, г) переменные конденсаторы.

Поскольку единица емкости — фарада — слишком велика, в радиотехнике принято пользоваться меньшими единицами, кратными фараде — микрофарадой и микромикрофарадой. Микромикрофараду называют также пикофарадой.

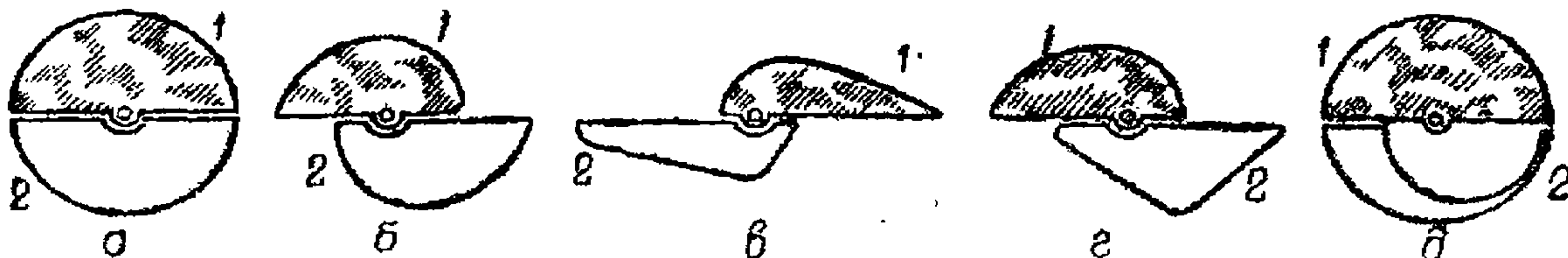


Рис. 19. Переменные конденсаторы: а — прямоемкостный; б — прямолинейный (квадратичный); в и д — прямоугольные; г — среднелинейный; 1 — ротор; 2 — статор.

Единицей емкости также является 1 сантиметр емкости — емкость между шаром радиусом в 1 см и бесконечно удаленной второй обкладкой. Между сантиметром емкости и микромикрофарадой существует следующая зависимость:

$$1 \text{ см} = 1,1 \text{ мкмкф}; 1 \text{ мкмкф} = 0,9 \text{ см.}$$

РАСЧЕТ КОНДЕНСАТОРОВ ПОСТОЯННОЙ ЕМКОСТИ

При расчете конденсаторов большое значение имеет материал диэлектрика между его пластинками.

Свойства каждого диэлектрика определяются числом, показывающим, во сколько раз увеличилась бы емкость конденсатора, если бы воздух между его обкладками заменить данным диэлектриком. Это число называется диэлектрической постоянной (диэлектрической проницаемостью) диэлектрика и обозначается греческой буквой ϵ (эпсилон).

Диэлектрические постоянные разных материалов приведены в табл. 27.

Таблица 27

Диэлектрические постоянные

Материал	Диэлектрическая постоянная ϵ	Материал	Диэлектрическая постоянная ϵ
Воздух	1	Бензин	33
Стекло	4—10	Керосин	1,9—2,1
Слюда	4—8	Скипидар	3,2—2,5
Парафин	2—3	Кварц	4,5
Целлулоид	7—10	Резина	2—4
Эбонит	2—4	Янтарь	2,8
Бакелит	5—7,5	Бумага парафинированная	3,7
Шеллак	3—3,7	Фарфор	6
Тиконд	40—80	Радиофарфор	6,5

Из таблицы видно, что при замене воздуха между конденсаторными пластинами другими диэлектриками емкость конденсатора увеличивается в несколько раз.

Расчет емкости многопластинчатого постоянного конденсатора производят по формуле:

$$C = \frac{\epsilon S(n - 1)}{12,56d} \quad (6,1)$$

где: C — емкость конденсатора (в см); S — площадь пластинки конденсатора (в см²); d — толщина диэлектрика (расстояние между пластинками) (в см); ϵ — диэлектрическая постоянная применяемого в конденсаторе диэлектрика.

Если в качестве диэлектрика применены слюда или парафинированная бумага, то емкость такого конденсатора можно определить по табл. 28. Для этого по таблице находят соответствующую данной толщине диэлектрика и числу пластин величину емкости и полученное число множат на величину площади (в см²) обкладки конденсатора.

Пример. Площадь каждой пластины конденсатора $S = 5 \text{ см}^2$; диэлектрик — слюда толщиной $d = 0,01 \text{ см}$. Сколько нужно конденсаторных пластин, чтобы получить емкость $C = 1900 \text{ см}$?

Из таблицы видно, что для изготовления конденсатора такой емкости достаточно взять девять пластинок.

Таблица 28

Емкость конденсаторов

Толщина прокладок (в см)	Емкость конденсатора (в см) с площадью пластины $S = 1 \text{ см}^2$ при числе пластин:										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Парафин										
0,005	32	64	96	127	159	191	223	255	287	319	351
0,01	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176
0,03	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
0,05	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33
0,08	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
0,1	1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12	13,5	15	16,5
	Слюда										
0,005	96	191	287	381	477	572	669	765	860	956	1055
0,01	48	96	143	191	239	287	333	381	429	476	524
0,03	16	32	48	64	80	96	111	127	143	159	175
0,05	10	19	29	38	48	57	67	76	86	96	105
0,08	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66
0,1	5	10	14	19	24	29	33	38	43	48	53

ПЕРЕМЕННЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ

Простейшей формой пластин переменных конденсаторов является полукруг. Такой конденсатор называется прямоемкостным, так как величина емкости пропорциональна углу поворота роторной оси.

Максимальную емкость (при полностью введенных пластинах) воздушного прямоемкостного конденсатора можно определить по формуле:

$$C_{\max} = \frac{(R^2 - r^2)(n - 1)}{4(D - b)}, \quad (6,2)$$

где: C_{\max} — максимальная емкость (в см); R — наружный радиус роторных пластин (в см); r — радиус осевого выреза в статорных пластинах для помещения оси ротора (в см); n — общее число пластин ротора и статора; D — длина воздушного зазора между соседними пластинами статора или ротора (в см); b — толщина пластин (в см) (подразумевается, что и роторные и статорные пластины одинаковой толщины).

Прямоемкостная форма пластин применяется в настоящее время главным образом в измерительной и лабораторной практике, где очень удобно в любом участке шкалы конденсатора иметь одинаковые изменения емкости на каждое деление шкалы.

В приемных устройствах такие конденсаторы применяются редко, так как они дают на шкале весьма неравномерное распределение станций перекрываемого диапазона.

Для равномерного распределения станций на шкале приемника оказались более удобными конденсаторы с пластинами более сложных форм. Это квадратичный или прямолинейный, среднелинейный и прямолинейный конденсаторы.

В современных приемниках применяются сдвоенные и строенные агрегаты переменных конденсаторов. Для этой цели наиболее удобными оказались среднелинейные конденсаторы.

Для супергетеродинов желательно применять прямолинейные

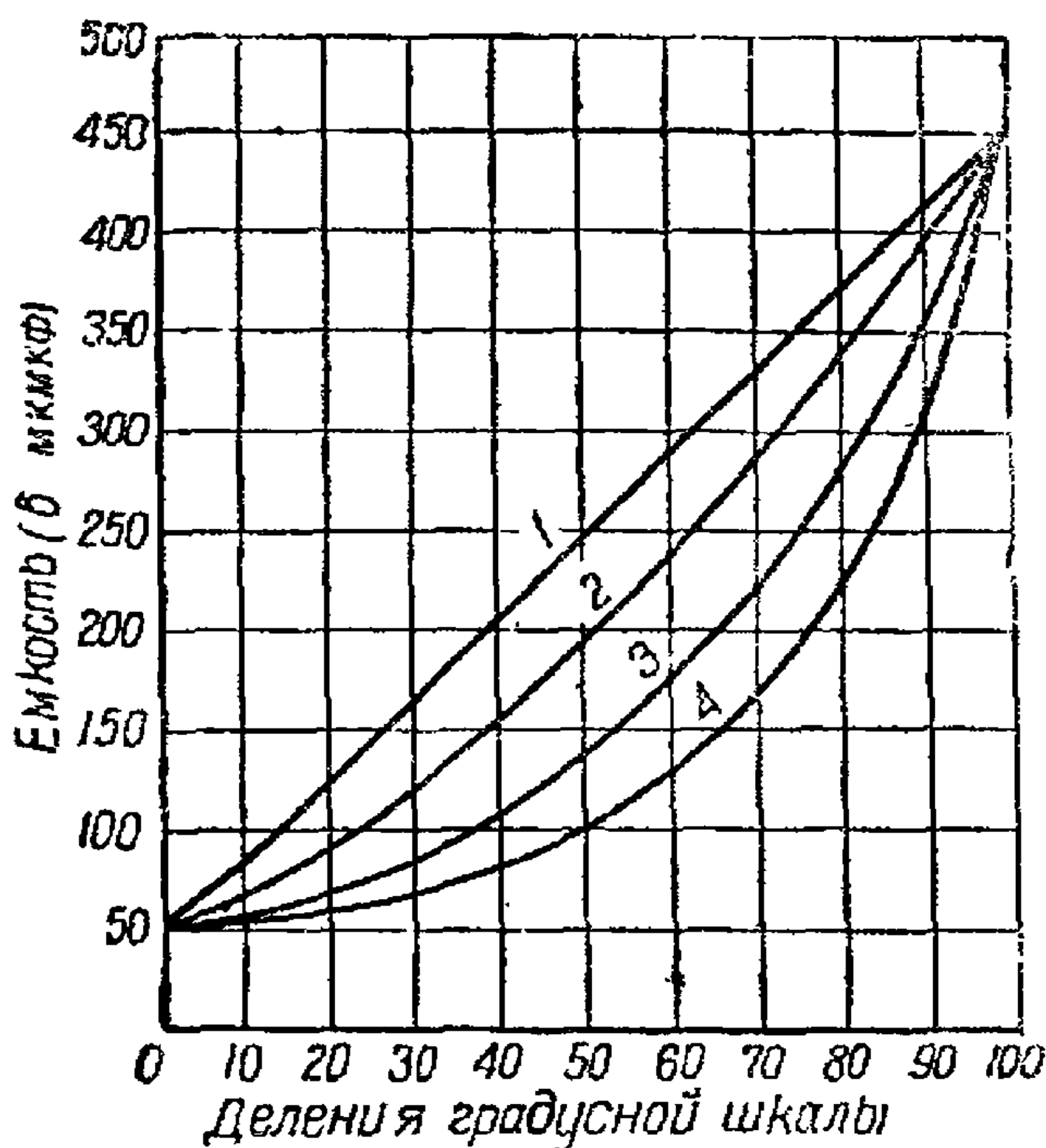


Рис. 20. График изменения емкостей переменных конденсаторов с различной формой пластин: 1 — прямоемкостный; 2 — прямолинейный (квадратичный); 3 — среднелинейный; 4 — прямолинейный.

конденсаторы, так как в супере должна оставаться постоянной разность частот приемного и гетеродинного контуров.

На рис. 20 приведен сравнительный график изменения емкости переменных конденсаторов с различной формой пластин.

Дифференциальные конденсаторы

Дифференциальным конденсатором (рис. 21) называется переменный конденсатор, имеющий два несоединенные между собой статора и один ротор, входящий попеременно то в один статор, то в другой.

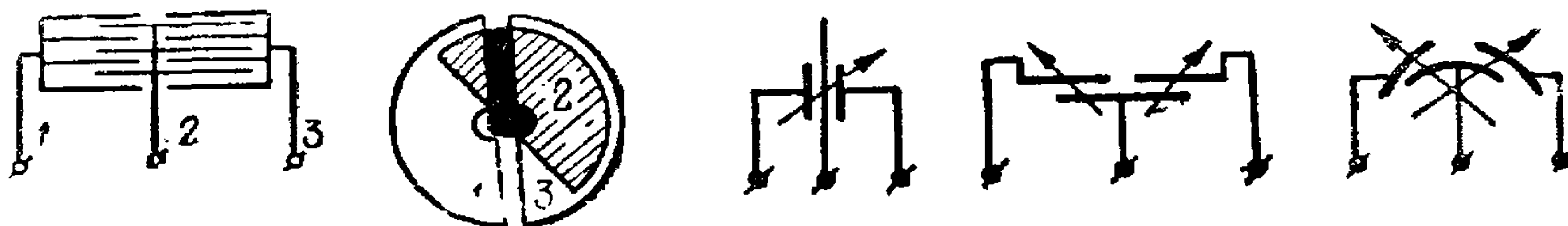


Рис. 21. Дифференциальный конденсатор: 1 — первый статор; 2 — ротор; 3 — второй статор.

Рис. 22. Условные обозначения дифференциальных конденсаторов.

При сближении пластин ротора с пластинами одного из статоров емкость образованного ими переменного конденсатора увеличивается и одновременно уменьшается емкость второго переменного конденсатора, получающегося между ротором и вторым статором.

В радиоприемных схемах дифференциальный конденсатор изображается различными условными обозначениями, приведенными на рис. 22.

Полупеременные конденсаторы (триммеры)

Триммер — это конденсатор малой емкости (обычно от 5 до 40 мккф), состоящий из двух металлических пластин и регулировочного винта, при помощи которого можно изменять расстояние между пластинами и, следовательно, емкость конденсатора.

В современных приемниках триммеры часто подключают параллельно переменным конденсаторам для уравнивания емкостей конденсаторов в блоке настройки.

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ

В сглаживающих фильтрах выпрямителей современных сетевых радиоприемников широко применяются так называемые электролитические конденсаторы. Они имеют малые размеры при очень большой емкости и малый вес, однако пробивное напряжение их обычно не выше 600 в. Такие конденсаторы требуют соблюдения определенной полярности при включении и имеют относительно большой ток утечки (низкая изоляция). Применяются они обычно в фильтрах выпрямителей и для шунтирования катодных сопротивлений, задающих автоматические смещения на сетки.

Электролитический конденсатор изготавливается из двух алюминиевых пластин, из которых одна — анодная — оксидируется, т. е. покрывается электролитическим путем оксидным слоем, а вторая — катодная — не обрабатывается и служит лишь для получения контакта со специальным электролитом. Этот электролит фактически и является второй рабочей обкладкой конденсатора. Диэлектриком служит очень тонкая оксидная пленка на анодной пластине, отделяющая ее от электролита.

Электролитические конденсаторы бывают мокрыми (с жидким электролитом), сухими (с очень густым электролитом в виде пасты) и полусухими (промежуточный тип).

Мокрые электролитические конденсаторы должны монтироваться только в вертикальном положении, чтобы жидкость не вытекала. Сухие электролитические конденсаторы, внешней оболочкой которых обычно является картонный каркас, можно устанавливать в любом положении.

Существует весьма разнообразная рецептура составления электролита. Чаще всего это смесь из глицерина, борной кислоты и раствора аммиака.

Ток утечки электролитического конденсатора изменяется в зависимости от типа конденсатора, температурных условий и применяемого рабочего напряжения. Можно считать, что для высоковольтных электролитических конденсаторов, при нормальном напряжении, ток утечки составляет 0,1 *ма* на каждую микрофараду емкости. Для низковольтных электролитических конденсаторов ток утечки на каждую микрофараду емкости значительно меньше и может достигать до 1 *мкв*.

Поскольку у электролитических конденсаторов диэлектрические потери велики, по мере увеличения частоты емкость их уменьшается. При радиочастотах электролитические конденсаторы перестают вести себя как конденсаторы и ведут себя как сопротивления. Поэтому в случаях, когда в цепи электролитического конденсатора могут течь токи высокой частоты, рекомендуется параллельно ему подключать „блокировочный“ бумажный конденсатор емкостью 0,1 — 0,5 *мкф*.

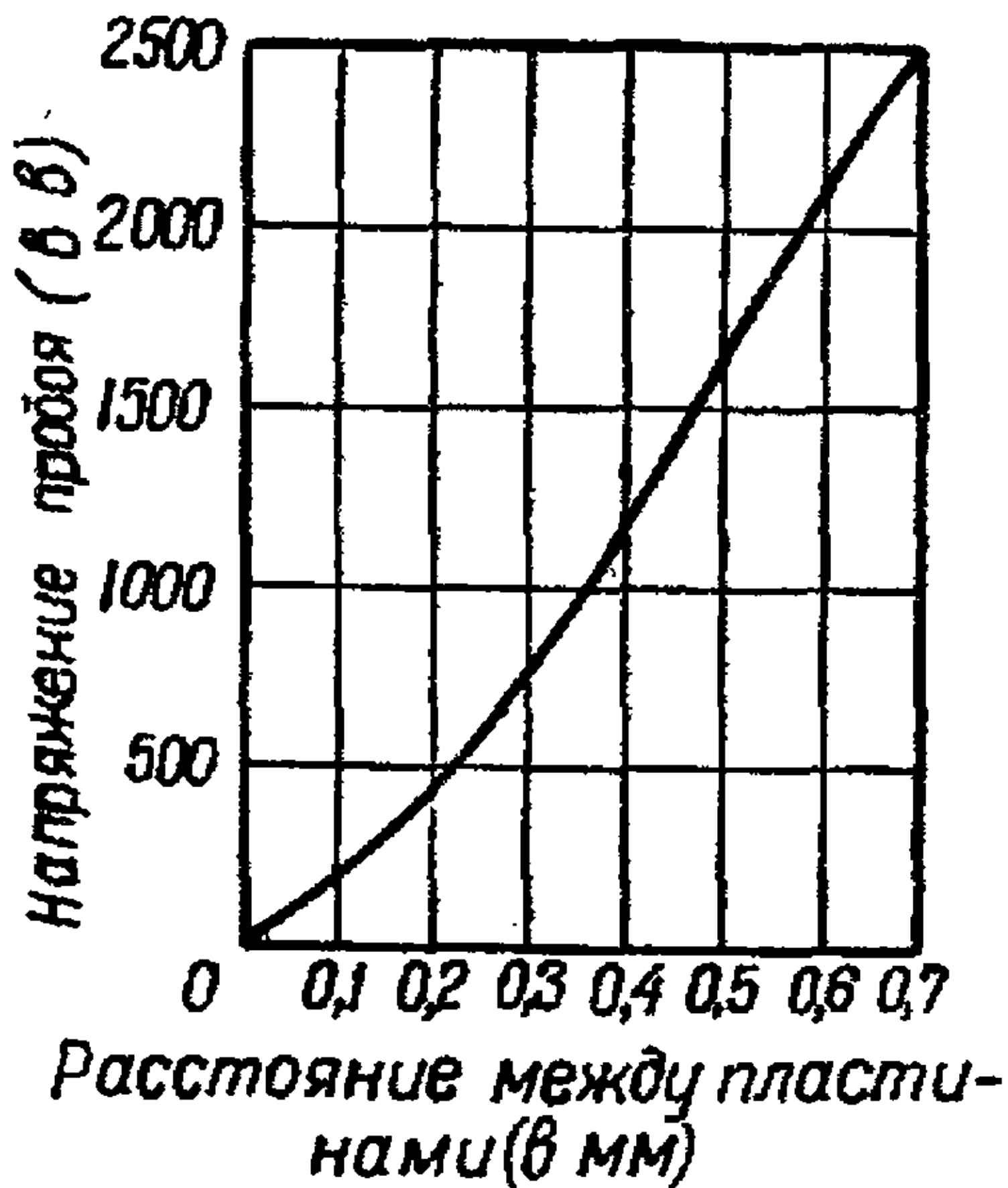


Рис. 23. График зависимости напряжения пробоя воздуха от расстояния между пластинами конденсатора.

ПРОБИВНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ

При расчете конденсаторов для работы при высоких напряжениях, например, в коротковолновых передатчиках, необходимо выбирать толщину слоя диэлектрика, учитывая его диэлектрическую крепость. Диэлектрическая крепость указывает, при каком напряжении начинается пробой диэлектрика. Зависимость напряжения, при котором начинается пробой воздуха, от расстояния между пластинками конденсатора видна из рис. 23.

В табл. 29 указана диэлектрическая крепость некоторых материалов, встречающихся в радиолюбительской практике.

Приведенные данные являются средними и применяются, главным образом, для грубого предварительного расчета.

Величина диэлектрической крепости зависит от формы электродов, между которыми помещен данный диэлектрик. Значение пробивного напряжения диэлектрика заметно уменьшается при повышении его температуры. Например, при повышении температуры с 30 до 100°C бумага теряет 70% своей пробивной прочности, пресшпан — 30%.

слюда — 10% и т. д. При повышении частоты переменного тока диэлектрическая крепость также уменьшается.

Таблица 29

Диэлектрическая крепость некоторых материалов

Материал	Пробивное напряжение (в вольтах на 1 мм толщины)	Материал	Пробивное напряжение (в вольтах на 1 мм толщины)
Воздух	3 000	Текстолит	32 000
Масло	7 000	Гетинакс	23 000
Стекло	8 000	Радиофарфор	25 000
Фибра	8 000	Эбонит	20 000
Мрамор	3 500	Слюда	60 000
Целлулоид	20 000	Тиконд	10 000
Карболит	16 000		

ЕМКОСТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

В радиотехнике широко пользуются тем, что конденсаторы, не пропуская через себя постоянного тока, пропускают переменный. Конденсатор, включенный в цепь переменного тока, представляет некоторое реактивное сопротивление. Это емкостное сопротивление тем меньше, чем выше частота переменного тока и чем больше емкость.

Емкостное сопротивление конденсатора для токов высокой частоты можно подсчитать по формуле:

$$X_c = \frac{477\lambda}{C}, \quad (6,3)$$

где: X_c — емкостное сопротивление конденсатора (в ом); λ — длина волны (в м); C — емкость конденсатора (в см).

Для токов более низких частот удобнее пользоваться формулой:

$$X_c = \frac{159\,000}{fC}, \quad (6,4)$$

где: f — частота (в гц), C — емкость (в мкф).

Емкостные сопротивления конденсаторов (в ом) при низкой частоте приведены в табл. 30.

Таблица 30

Емкостные сопротивления конденсаторов при низкой частоте¹

Емкость	Ч а с т о т а (в п е р и о д а х)						
	50	250	500	1000	2500	5000	10 000
10 см	290 000 000	57 500 000	29 000 000	14 500 000	5 750 000	2 900 000	1 450 000
50 "	57 500 000	11 500 000	5 750 000	2 900 000	1 150 000	575 000	290 000
500 "	5 750 000	1 150 000	575 000	290 000	115 000	57 500	29 000
2000 "	1 450 000	290 000	145 000	72 000	29 000	14 000	7 250
5000 "	575 000	115 000	57 500	29 000	11 500	5 750	2 900
25000 "	115 000	23 000	11 500	5 750	2 300	1 150	575
0,1 мкф	32 000	6 400	3 200	1 600	640	320	160
0,5 "	4 000	1 280	640	320	128	64	32
1,0 "	3 200	640	320	160	64	32	16
2,0 "	1 600	320	160	80	32	16	8
4,0 "	800	160	80	40	16	8	4
10,0 "	320	64	32	16	6,4	3,2	1,6

¹ По Г. Г. Гинкину. «Справочник по радиотехнике», 1939.

Емкостные сопротивления конденсаторов (в ом) при высокой частоте приведены в табл. 31.

Таблица 31

Емкостные сопротивления конденсаторов при высокой частоте

Емкость (в см)	Длина волны (в м)					
	30	100	250	500	1 500	10 000
	Частота (в кГц)					
	10 000	3 000	1 200	600	200	30
5	2900	9600	24 000	48 000	144 000	960000
50	290	960	2 400	4 800	14 400	96000
200	73	240	600	1 200	3 600	24000
500	29	96	240	480	1 440	9000
2 000	7	24	60	120	360	2400
10 000	1,4	5	12	24	72	480
40 000	0,4	1,2	3	6	18	120
100 000	0,14	0,5	1,2	2,5	7,5	48
900 000 (1 мкф)	0,015	0,05	0,12	0,25	0,75	5

Емкостное сопротивление можно также определять, пользуясь специальной номограммой, приведенной на рис. 24.

В радиоприемных и усилительных устройствах обычно применяют различные конденсаторы, данные о емкости которых приведены в табл. 32.

Таблица 32

Употребительные емкости разных конденсаторов

Назначение конденсаторов	Употребительные емкости	
	в мкф	в см
Конденсаторы, шунтирующие сеточные смещения	от 0,1 до 1000	—
Конденсаторы, шунтирующие общее анодное напряжение	„ 2 „ 30	—
Конденсаторы, шунтирующие отдельные напряжения на аноде, сетке и экранирующей сетке	„ 0,05 „ 20	—
Конденсаторы для связи между каскадами	—	от 100 до 10 000
Конденсаторы для присоединения осветительной сети как антенны	—	„ 100 „ 500

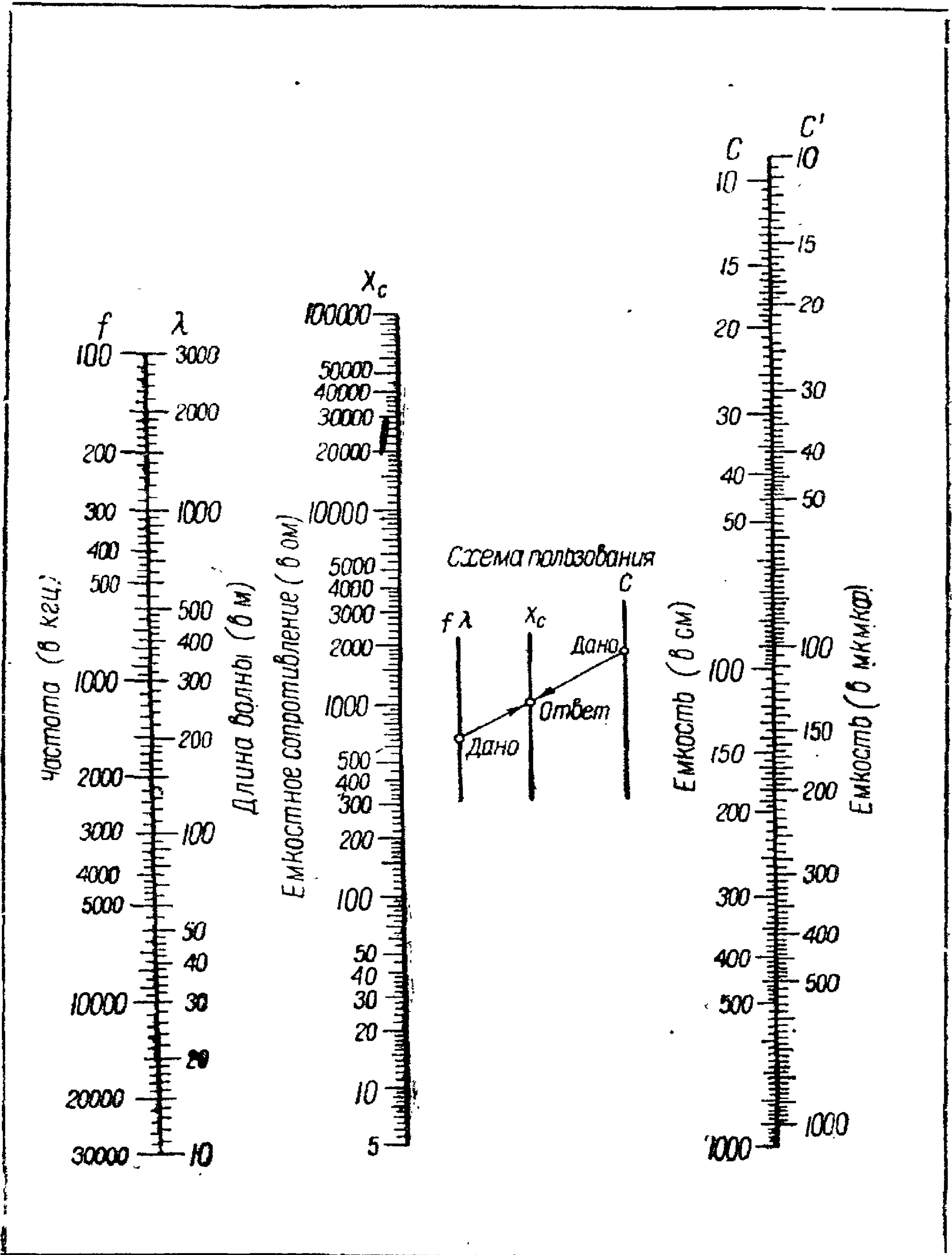


Рис. 24. Номограмма для определения емкостного сопротивления, в зависимости от емкости и частоты.

ПОТЕРИ В КОНДЕНСАТОРАХ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ

При прохождении через конденсатор переменного тока происходит потеря некоторой части энергии, идущей на нагрев диэлектрика.

Происходящие в конденсаторе потери обычно характеризуются тангенсом угла потерь диэлектрика ($\operatorname{tg} \delta$). Эта величина получается как отношение активного сопротивления (в ом) к емкостному сопротивлению (в ом). При этом активное сопротивление, т. е. сопротивление, эквивалентное потерям в конденсаторе, представляют включенным последовательно с конденсатором без потерь.

Величину последовательного активного сопротивления можно подсчитать, пользуясь одной из следующих формул:

$$r = \frac{\operatorname{tg} \delta \cdot 143 \cdot 10^6}{f C_{\text{см}}} \text{ или } r = \frac{\operatorname{tg} \delta \cdot 16 \cdot 10^7}{f C_{\text{мкмкф}}} \quad (6,5)$$

где: r — активное сопротивление (в ом); f — частота переменного тока (в кГц); $C_{\text{см}}$ — емкость (в см); $C_{\text{мкмкф}}$ — емкость (в мкмкф).

Величину $\operatorname{tg} \delta$ можно взять из табл. 33.

Таблица 33

Значение $\operatorname{tg} \delta$ для разных диэлектриков

Диэлектрик	$\operatorname{tg} \delta$	Диэлектрик	$\operatorname{tg} \delta$
Слюда	0,00018	Бумага сухая	0,004
Мрамор	0,1	Бумага парафинированная	0,003—0,01
Шифер	0,34	Пертинакс	0,025
Стекло	0,013—0,024	Парафин	0,0008
Фарфор	0,010—0,014	Целлулоид	0,0038
Эбоит	0,0025—0,025	Преспан	0,029
Бакелит	0,012—0,03		

СОЕДИНЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ

На практике для различных целей часто приходится конденсаторы соединять между собой.

При параллельном соединении конденсаторов (рис. 25, а) собирают и соединяют вместе отводы от одной обкладки каждого включаемого конденсатора, а отводы от оставшихся свободными вторых обкладок конденсаторов также соединяют вместе.

Общая емкость C группы параллельно соединенных между собой конденсаторов равна сумме емкостей отдельных конденсаторов:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \dots \quad (6,6)$$

где: C — общая емкость; C_1, C_2, C_3 и т. д. — емкости отдельных конденсаторов.

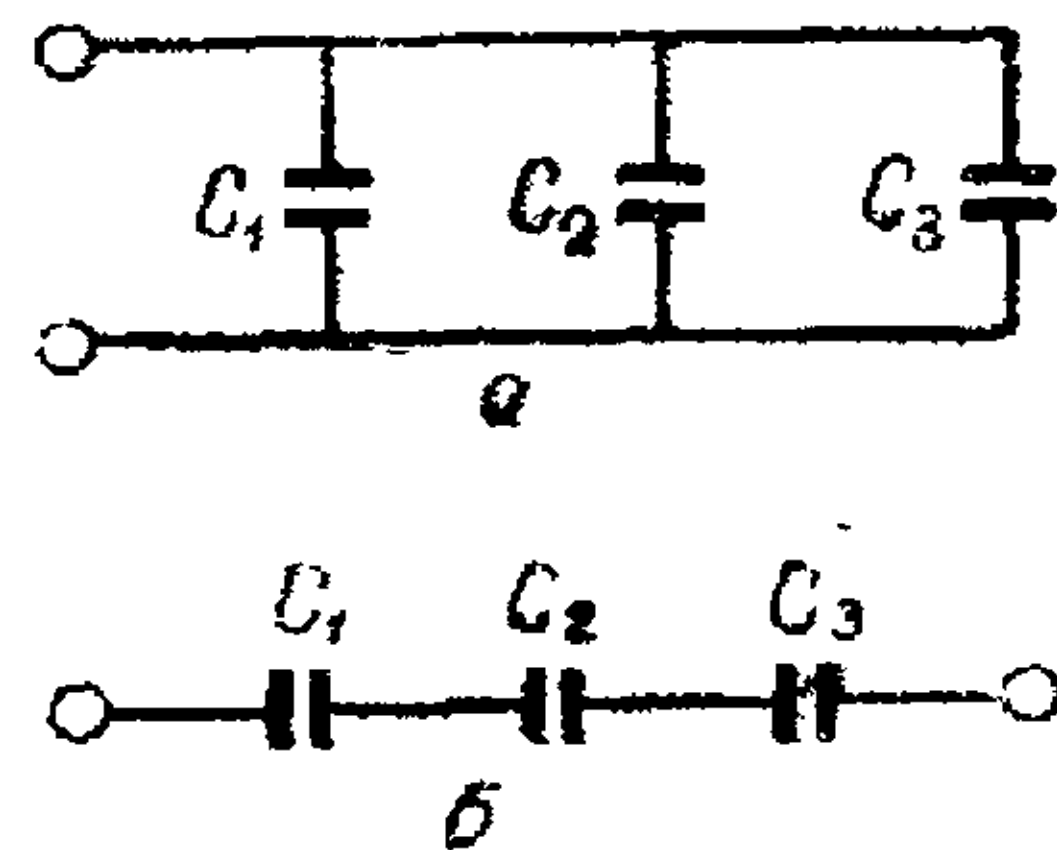


Рис. 25. Включение конденсаторов: а — параллельное; б — последовательное.

При последовательном включении конденсаторов (рис. 25, б) результирующая емкость C , всегда меньшая самой малой из включенных емкостей, подсчитывается по формуле:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots \quad (6,7)$$

Результирующую емкость при двух последовательно соединенных конденсаторах можно определить по номограмме, приведенной на рис. 26.

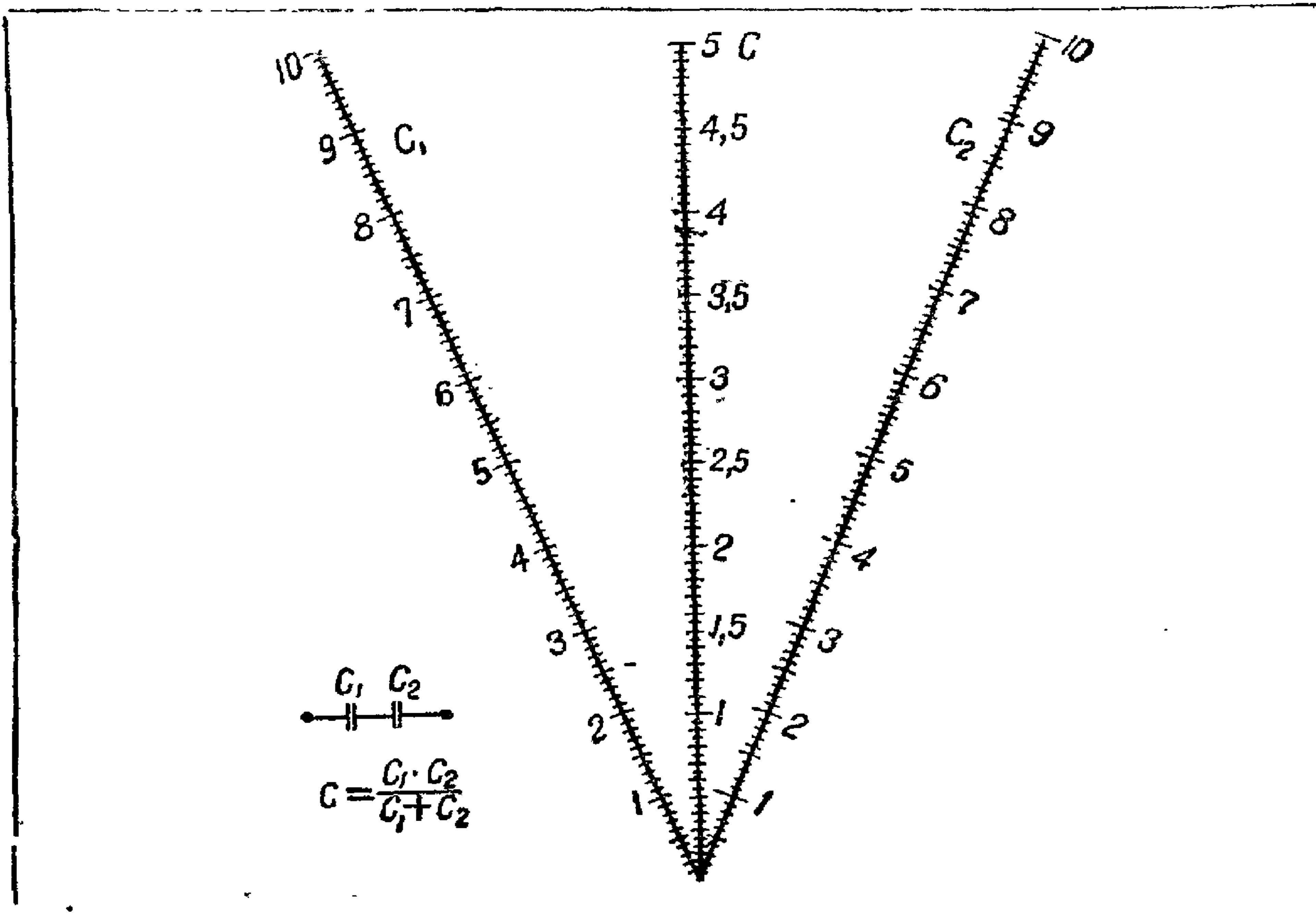


Рис. 26. Номограмма для подсчета емкости при последовательном соединении двух конденсаторов.

При последовательном соединении соответственно увеличивается общее пробивное напряжение всей группы конденсаторов, но при этом уменьшается результирующая емкость всех соединенных конденсаторов.

Чтобы, не уменьшая емкости, получить повышенное пробивное напряжение, конденсаторы соединяют смешанно, т. е. в последовательно-параллельную группу.

КОНДЕНСАТОРЫ ПОСТОЯННОЙ ЕМКОСТИ

В радиолюбительской практике встречается много различных типов конденсаторов постоянной емкости. В основном это слюдяные конденсаторы, опрессованные в пластмассу.

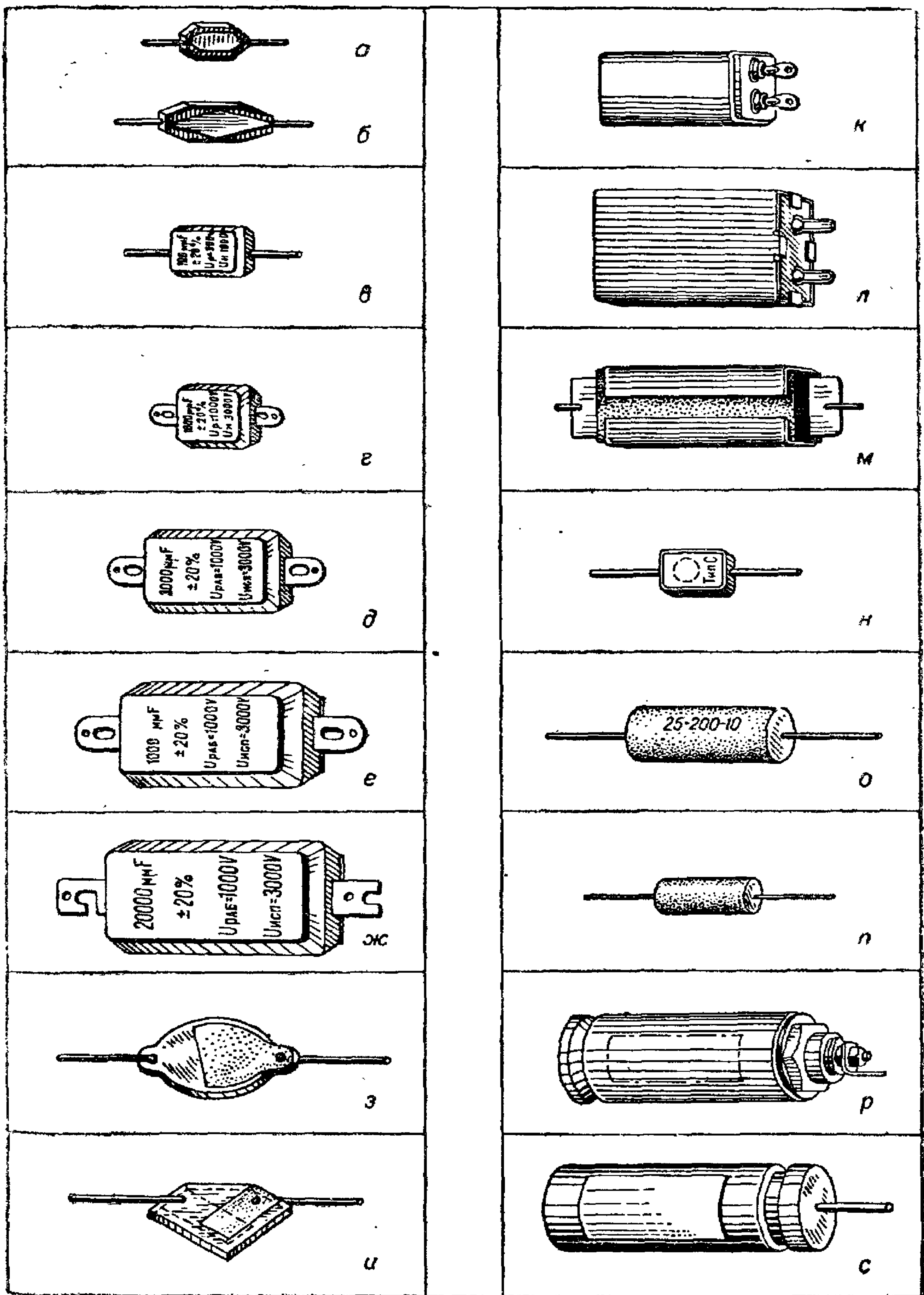


Рис. 27. Отечественные конденсаторы постоянной емкости: а — тип КОС-1; б — тип КОС-2; в — тип О; г — тип А; д — тип Б; е — тип В; ж — тип Г; з — тип ТК; и — тип ТК; к — типы МКВ и МК; л — тип БП; м — типы САМ-1 и САМ-3; н — тип С; о — тип КБШ; п — тип БИК; р — типы С и В; с — тип С.

Данные конденсаторов постоянной емкости

Наименование	Тип	Основные данные			Размеры конденсаторов (в мм)	Дополнительные данные
		емкость изготовляемых конденсаторов	рабочее напряжение (в в)	испытательное напряжение (в в)		
Конденсаторы слюдяные, опрессованные в пластмассу	КОС-1	10 — 1500 мкмкф	500	1000	7,5 × 13,5 × 22,5	
То же	КОС-2	390 — 4700 мкмкф	500	1000	9 × 13,5 × 36,5	
То же	О	10 — 680 мкмкф	500	1000	6,5 × 12 × 19	
То же	А	1000 — 3900 мкмкф	500	1000	10 × 20,3 × 21,3	
		10 — 2000 "	1000	3000		
		10 — 680 "	2000	5000		
То же	Б	5100 — 12000 мкмкф	500	1000	11 × 20,3 × 41,3	
		2400 — 6800 "	1000	3000		
		1000 — 2000 "	2000	5000		
		10 — 680 "	3000	7000		
То же	В	15000 — 24000 мкмкф	500	1000	13,5 × 27,5 × 46,5	
		10000 — 15000 "	1000	3000		
		3600 — 5100 "	2000	5000		
		1000 — 1500 "	3000	7000		
То же	Г	30000 — 51000 мкмкф	500	1000	15,5 × 40,5 × 64,5	
		20000 — 30000 "	1000	3000		
		6200 — 10000 "	2000	5000		
		2000 — 5100 "	3000	7000		
		510 — 2000 "	5000	11000		

Конденсаторы с бумажным диэлектриком, малогабаритные, влагостойкие	МКВ	0,25 и 0,5 мкф	260		17 × 26 × 47	
		1,0 "	260		32 × 26 × 47	
		2,0 "	260		32 × 50 × 47	
Конденсаторы с бумажным диэлектриком	МК	0,25 и 0,5 мкф	150 и 250		25 × 16 × 44	
		0,5 "			25 × 31 × 44	
		2,0 "			31 × 50 × 44	
Конденсаторы тикондовые	ТК	7,5 — 50 мкккм	300 до 400		¹ 2 × 16,5 × 25	Керамические При нагреве емкость уменьшается
То же	ТК	50 — 90 мкккф	300		2 × 26,5 × 30	
Конденсаторы с бумажным диэлектриком	БП	0,1 и 0,25 мкф	200		11 × 41 × 61	
		0,1 и 0,25 "	260			
То же	БП	0,5 и 1,0 мкф	200		11 × 41 × 61	
		0,5 "	260			
То же	БП	2,0 мкф	200		41 × 41 × 61	
		1,0 и 1,5 "	260			
Конденсаторы слюдяные	САМ-1	10 — 680 мкккф	500	1000	5 × 8 × 23	
То же	САМ-2	1000 — 3000 мкккф	500	1000	7 × 8 × 34	
То же	САМ-3	3000 — 10000 мкккф	500	1000	8,5 × 11 × 41	
Конденсаторы „Стабиль“	С	10 — 470 мкккф	500	1000	6,5 × 12 × 19	Высокая стабильность емкости
Конденсаторы цилиндрические с бумажным диэлектриком	КБШ	0,005 — 0,5 мкф	200		13 × 37 до 22 × 74	
		0,005 — 0,5 "	400		13 × 37 до 22 × 24	
		0,005 — 0,2 "	600		15 × 37 до 22 × 74	
Конденсаторы безиндукционные с бумажным диэлектриком	БИК	0,005 — 0,5 мкф	200		Длина 48; диаметр от 16 до 36	
Конденсаторы электролитические	С и Р	10 — 20 мкф	250 — 450		36 × 120	
		5 — 20 мкф	250 — 450		21 × 60 до 35 × 115	
То же	С	10 — 1800 "	12 — 40		21 × 60 до 65 × 115	

В зависимости от внешнего оформления и геометрических размеров каждому типу конденсаторов присвоено свое наименование.

В табл. 34 приведены данные отечественных конденсаторов постоянной емкости, а на рис. 27 показан их внешний вид.

Цветной код для маркировки постоянных конденсаторов

Для обозначения величин емкости постоянных конденсаторов, запрессованных в бакелит или пластмассу, в ряде стран применяется цветной код. При этом величина емкости обозначается цветными точками, нанесенными на конденсатор, и каждому цвету соответствует определенная цифра.

Конденсаторы, часто встречающиеся в радиолюбительской практике, обычно маркируют только по группам *A*, *B*, *C* и *E*. Более подробная маркировка встречается лишь на керамических конденсаторах, на которых имеется еще обозначение точности конденсатора (точка *D*) и указывается температурный коэффициент *F*. Керамические конденсаторы применяются в специальной аппаратуре.

Данные о применении цветного кода для маркировки конденсаторов постоянной емкости приведены в табл. 35.

Таблица 35

Цветной код для маркировки постоянных конденсаторов

Цвет	<i>A</i> — первая цифра	<i>B</i> — вторая цифра	<i>C</i> — число нулей после двух первых цифр или множитель	<i>D</i> — точность (в процентах)	<i>E</i> — рабочее напряжение (в в)
Черный	—	0	—	20	—
Коричневый	1	1	0	1	120
Красный	2	2	00	2	200
Оранжевый	3	3	000	2,5	300
Желтый	4	4	0000	—	400
Зеленый	5	5	00000	5	500
Голубой	6	6	—	—	600
Фиолетовый	7	7	—	—	—
Серый	8	8	0,01	—	—
Белый	9	9	0,1	10	—
Золотой	—	—	—	—	1000

На рис. 28 показаны конденсаторы, запрессованные в бакелит. Точки *A*, *B* и *C* находятся на стрелке, причем точка *A* находится у тупого

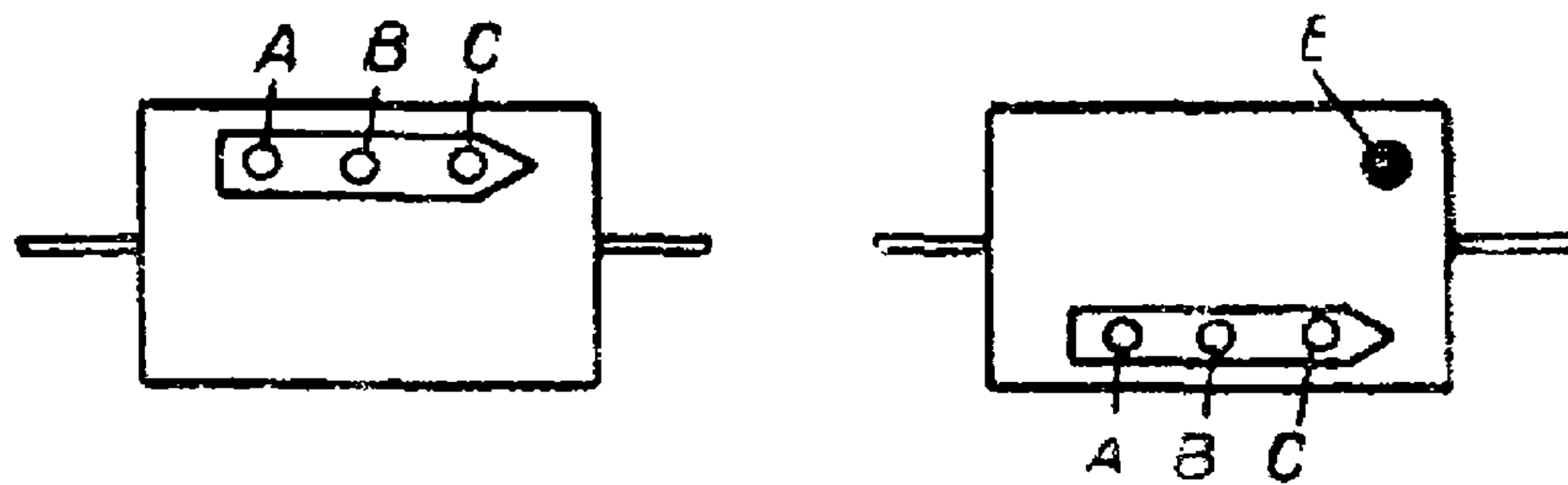


Рис. 28. Маркировка бакелитовых конденсаторов.

конца стрелки, за ней следуют точки *B* и *C*. Точка *E* находится на корпусе, вне стрелки.

Если, например, у конденсатора точка *A* красная, точка *B* голубая, а точка *C* оранжевая, то емкость конденсатора равна 26000 мкмкф и т. д. Присутствие на конденсаторе точки *E* зеленого цвета указывает, что рабочее напряжение конденсатора равно 500 в постоянного тока и т. д.

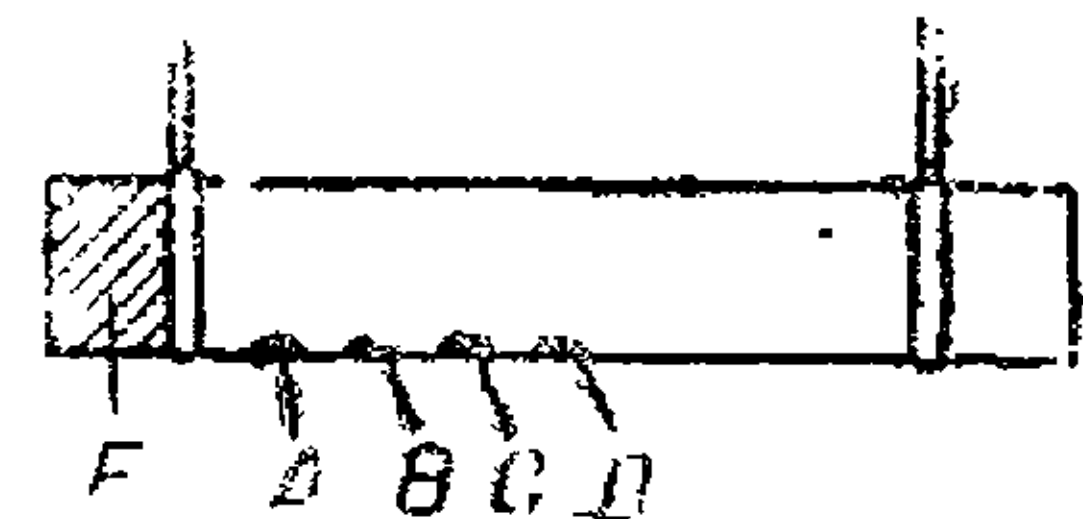


Рис. 29. Маркировка керамических конденсаторов.

На керамических конденсаторах точки цветного кода располагаются ближе к одному из концов конденсатора (рис. 29). Ближайшей к концу точкой является точка *A*, за ней следуют в алфавитном порядке точки *B*, *C* и *D*. Окраска кончика, прилежащего к точке *A*, означает величину температурного коэффициента.

КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР

РЕЗОНАНС

Одной из главнейших частей всякого радиоприемника или радиопередатчика является колебательный контур (рис. 30), состоящий из индуктивности L и емкости C , соединенных между собой. Кроме того, всякий реальный колебательный контур имеет активное сопротивление

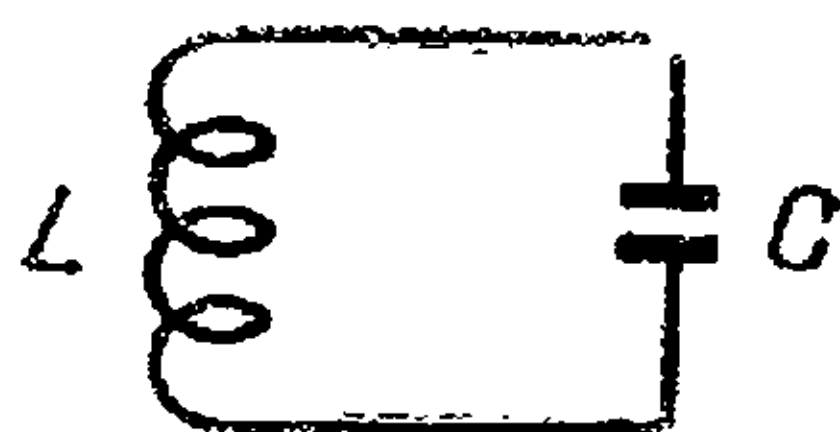


Рис. 30. Колебательный контур.

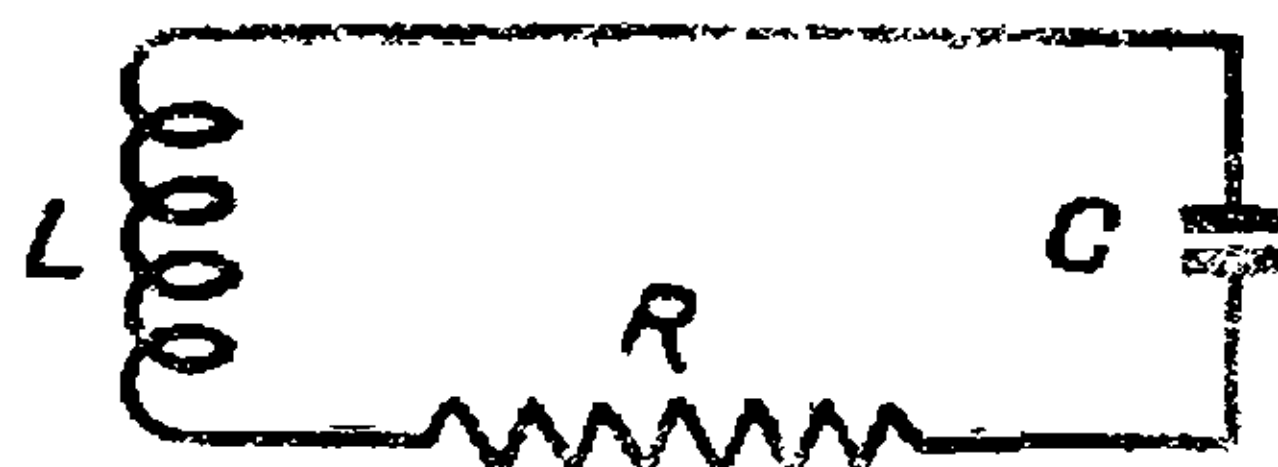


Рис. 31. Эквивалентная схема колебательного контура.

R , показанное на эквивалентной схеме рис. 31.

Сопротивление R характеризует величину потерь энергии в колебательном контуре и называется сопротивлением потерь. Причинами потерь энергии в коле-

бательном контуре являются: активное сопротивление провода катушки самоиндукции и соединительных проводов, излучение энергии в пространство, потери на вихревые токи в металлических массах, на электрический гистерезис в твердых диэлектриках, утечки в плохой изоляции и др.

Все перечисленные потери принято считать эквивалентными сопротивлению R , включенному последовательно с индуктивностью L и емкостью C .

Если каким-либо образом зарядить конденсатор и затем предоставить колебательный контур самому себе, то при некоторых условиях в таком контуре возникнут затухающие колебания электрического тока с частотой, зависящей от величин L , C и R . Графическое изображение колебаний в контуре, состоящем из индуктивности и емкости, показано на рис. 32.

Если соединить контур с генератором переменного тока, то при любой частоте генератора через контур будет проходить переменный ток и в контуре будут происходить вынужденные колебания с частотой генератора. Но при приближении частоты внешней э.д.с. к собственной частоте контура будет наблюдаться увеличение амплитуды вынужденных колебаний. Если же частота внешней э.д.с. станет равной собственной частоте контура, амплитуда колебаний в контуре резко увеличится. Это явление называется резонансом.

На явление резонанса оказывает влияние затухание контура. Чем меньше затухание, т. е. чем меньше сопротивление R в контуре, тем острее и выше поднимается кривая резонанса (рис. 34).

При последовательном включении генератора в контур (рис. 33, а) будет последовательный резонанс, или резонанс напряжений, а при параллельном включении генератора (рис. 33, б) — параллельный резонанс, или резонанс токов.

При резонансе напряжений индуктивное сопротивление равно емкостному сопротивлению, а полное сопротивление контура становится минимальным и равным активному сопротивлению R . Благодаря этому

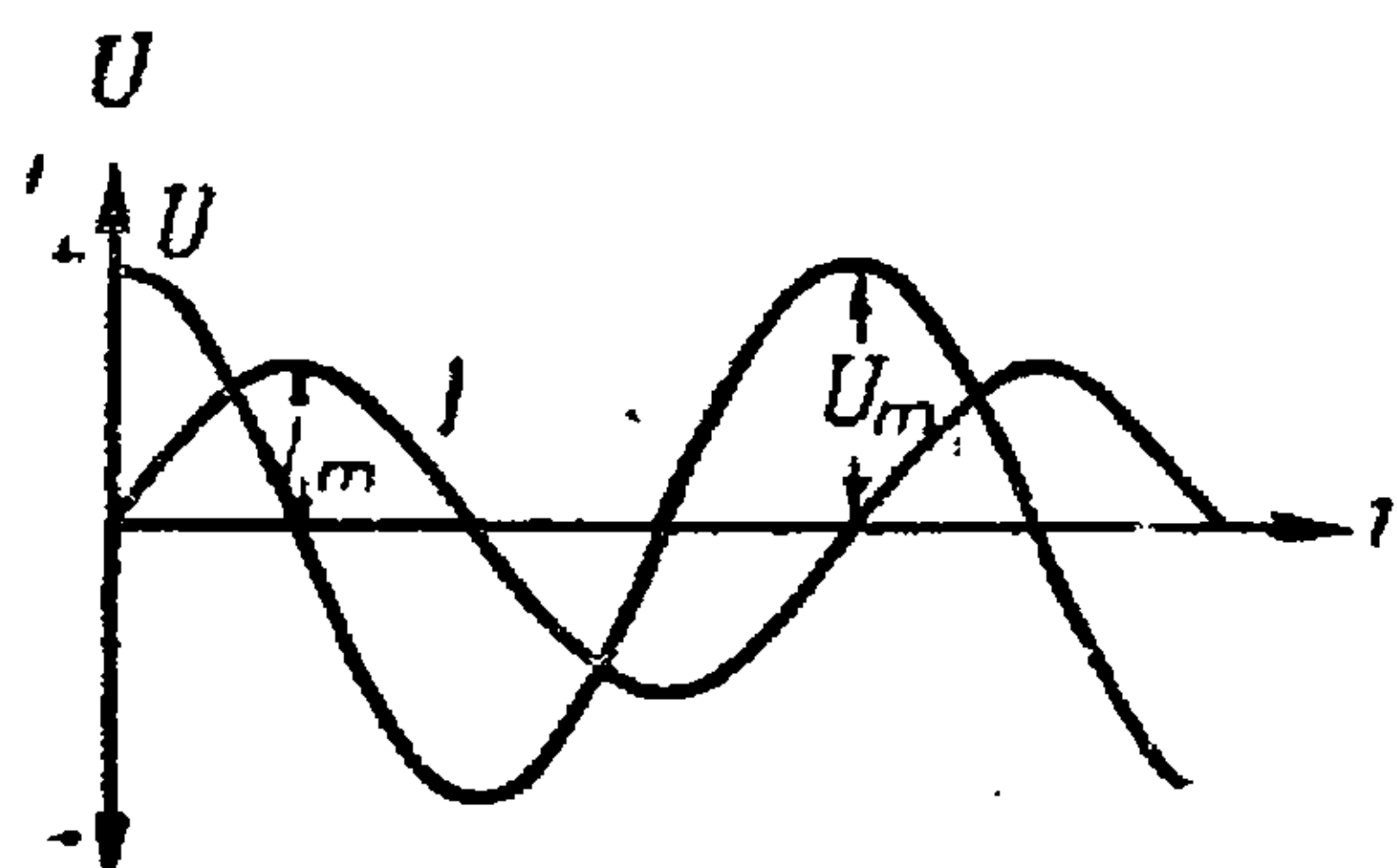


Рис. 32. Графическое изображение электрических колебаний в контуре.

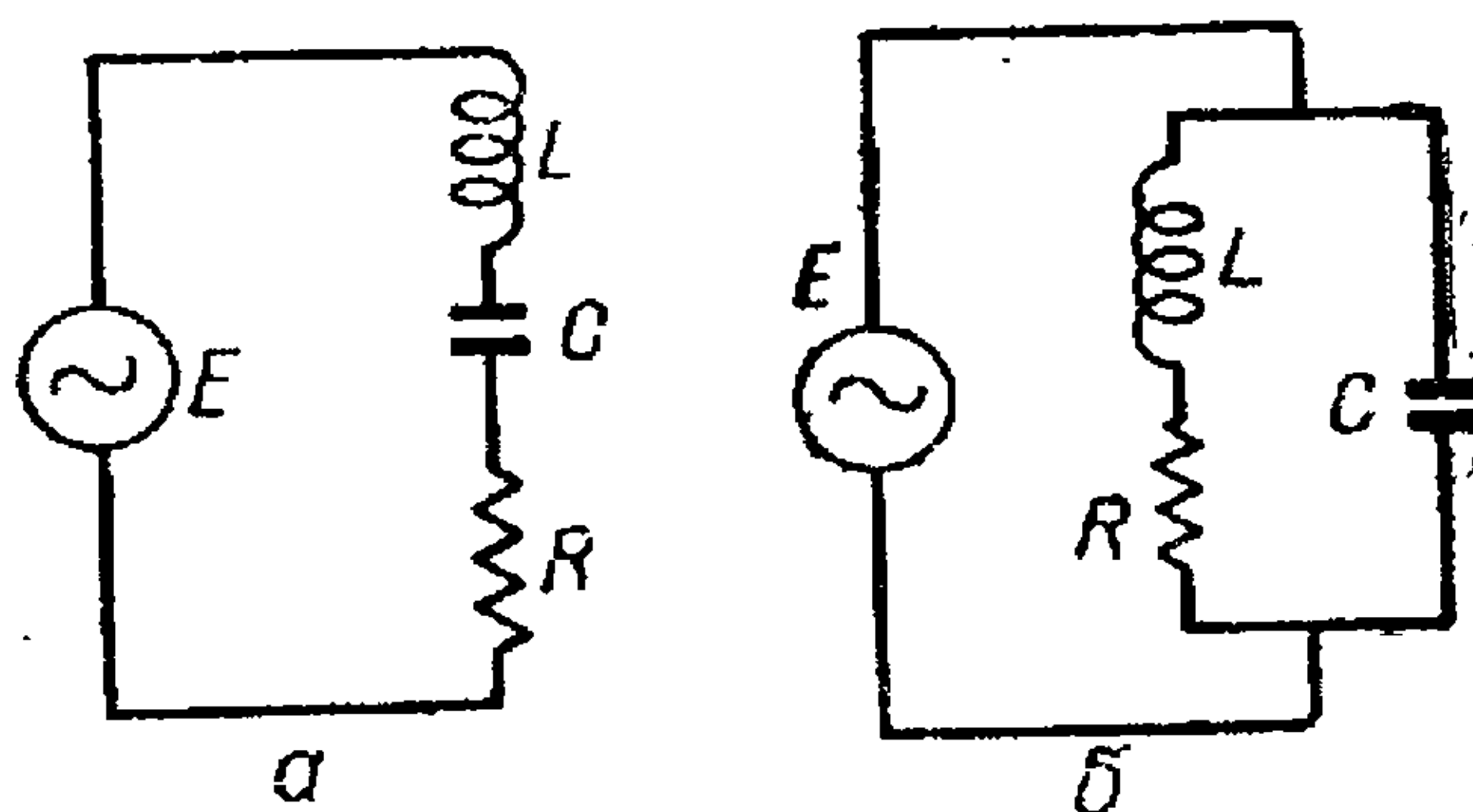


Рис. 33. Схемы для получения резонанса: а — напряжений; б — токов.

ток становится максимальным. Напряжения на индуктивном и емкостном сопротивлении равны, противоположны по фазе и достигают значительно большей величины, чем э.д.с. генератора.

При резонансе токов равенство индуктивного и емкостного сопротивлений между собой также является основным условием резонанса. Но при совпадении собственной частоты контура с частотой генератора полное сопротивление контура достигает наибольшей величины, а ток, идущий от генератора через контур, будет минимальным. Одновременно с этим токи в индуктивной и емкостной ветвях достигают больших значений. Однако они почти равны друг другу и почти противоположны по фазе. Поэтому ток генератора будет очень мал.

Затухание колебательного контура характеризуется декрементом затухания, обозначаемым буквой δ и представляющим отношение энергии, израсходованной в контуре за полпериода, ко всей энергии, участвовавшей в колебательном процессе.

$$\delta = \pi \frac{R}{\omega_0 L} = \pi R \omega_0 C,$$

где: ω_0 — резонансная круговая частота.

В современной практике качество контура оценивается величиной

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 C R}.$$

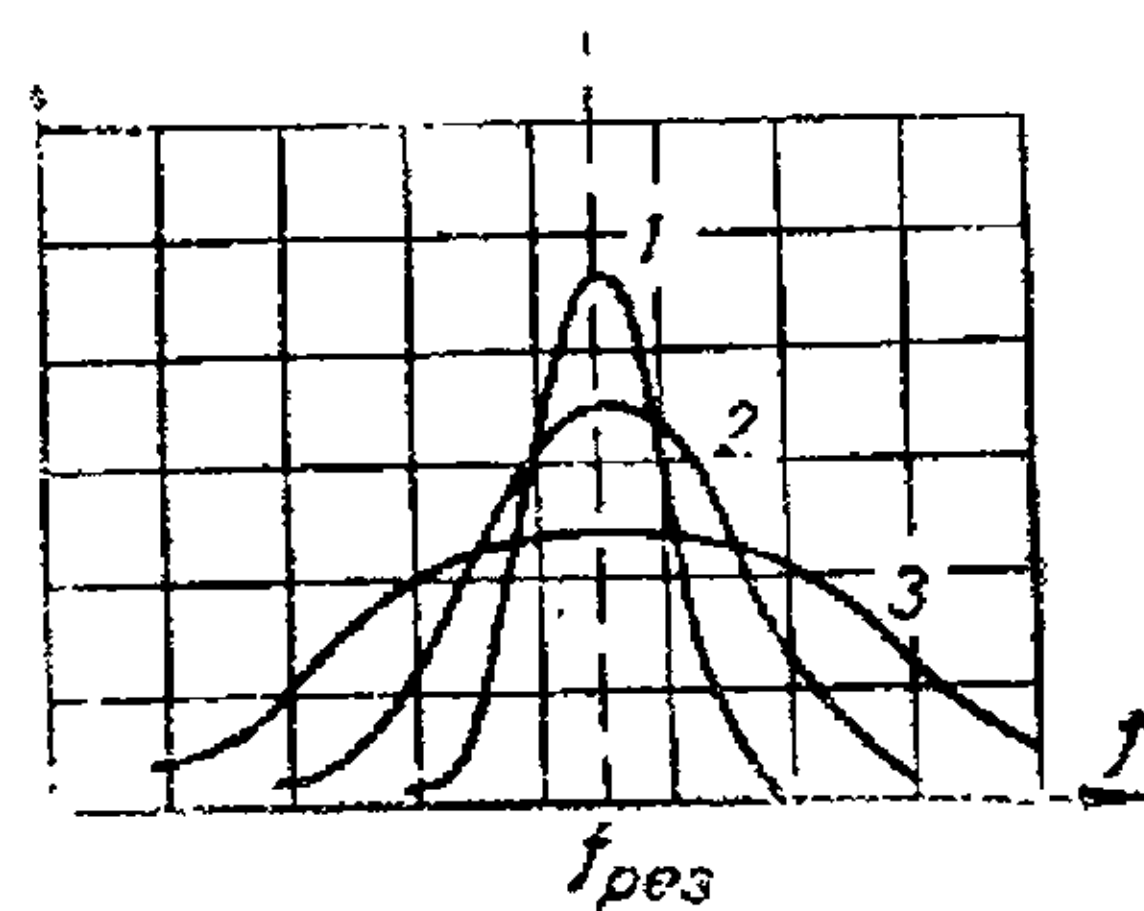


Рис. 34. Влияние затухания контура на форму резонансной кривой: 1 — для $R=5$ ом; 2 — для $R=25$ ом; 3 — для $R=100$ ом.

Величина Q у контура среднего качества равняется нескольким десяткам.

При небольшом значении декремента затухания δ , т. е. при большой величине Q , контур мало отзывается на колебания с частотами, отличающимися от его собственной частоты, но при совпадении частот в нем возникают колебания большой амплитуды.

При малом затухании колебательный контур имеет острую кривую резонанса, а при большом затухании — тупую кривую.

Колебательный контур в радиоприемнике позволяет принимать определенную полосу частот, как бы „отсеивая“ все прочие, являющиеся помехой радиоприему. Таким образом, благодаря применению колебательных контуров, приемники получают свойство избирательности. Это качество характеризуется кривой избирательности (рис. 35).

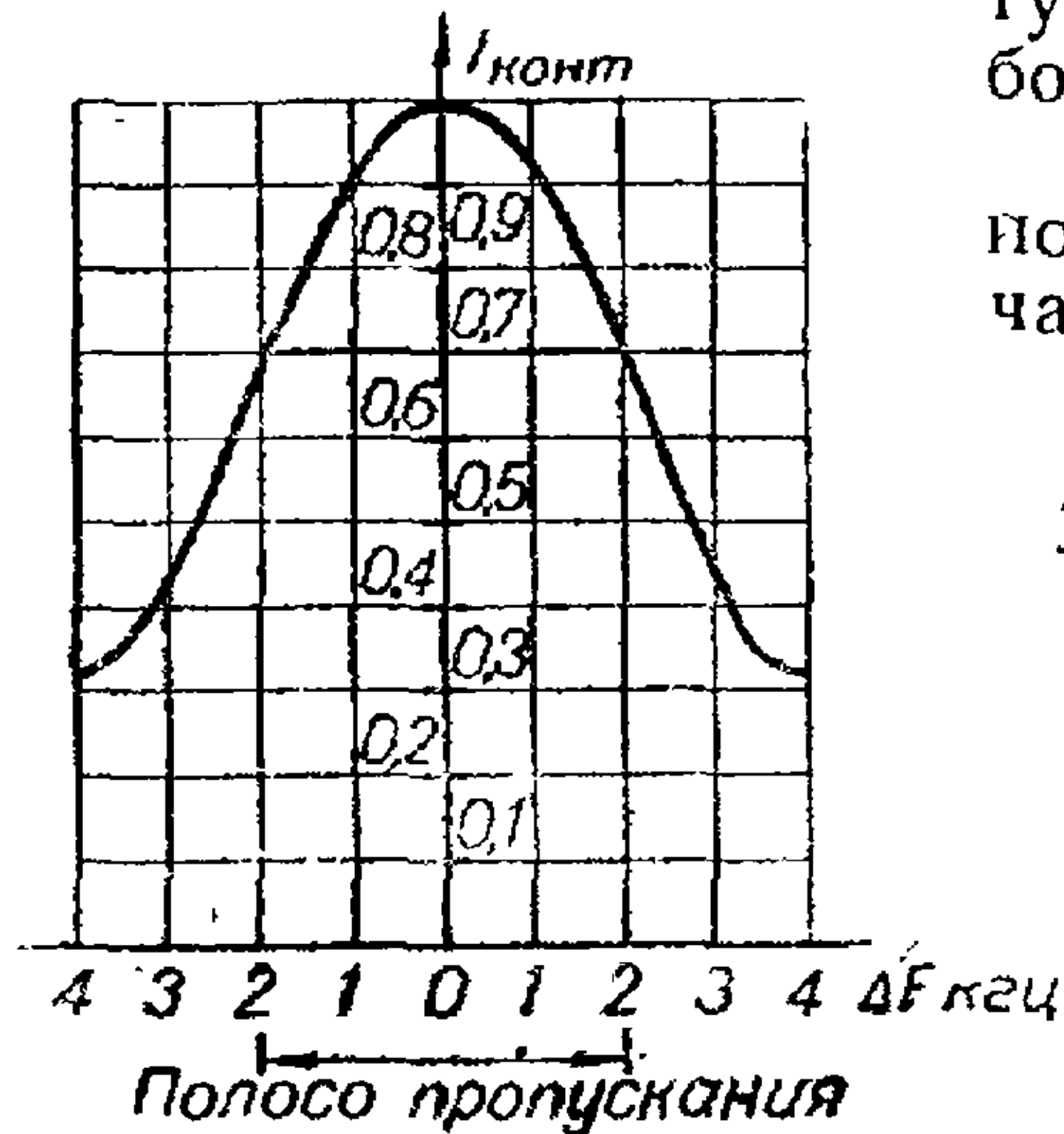


Рис. 35. Кривая избирательности колебательного контура.

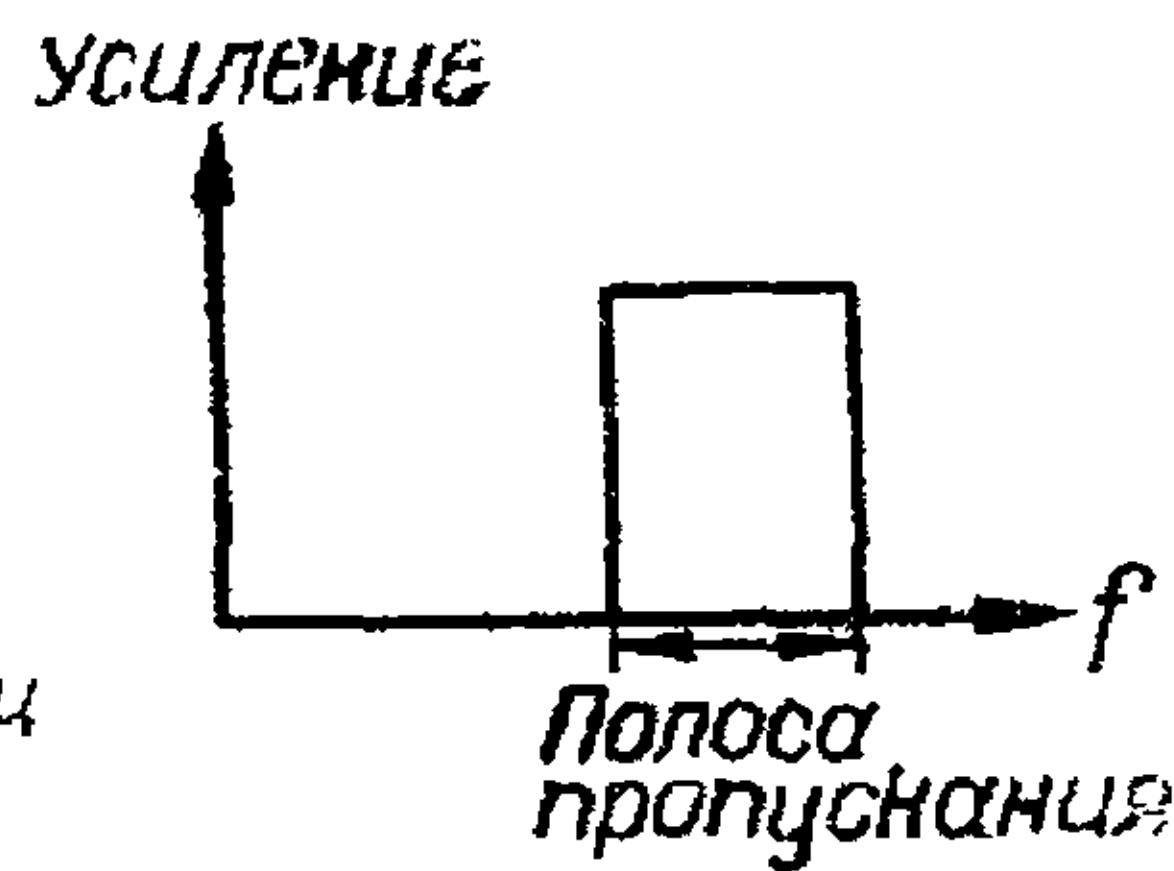


Рис. 36. Идеальная кривая избирательности колебательного контура.

Так как во время радиопередачи и радиоприема используется не одна частота, а спектр частот, то необходимо, чтобы этот спектр частот вызывал одинаковые приросты тока в контуре на всех используемых частотах. Для этого необходимо, чтобы вид резонансной кривой контура приближался к изображенному на рис. 36. Однако реальная резонансная кривая одного колебательного контура всегда имеет вид, показанный на рис. 35.

Необходимо, чтобы каждая из частот, входящих в полосу пропускания, не ослаблялась бы настолько, чтобы это было заметно для человеческого уха.

В полосу пропускания колебательного контура принято включать те частоты, амплитуда которых не снижается больше 0,7 от максимальной амплитуды.

Если в радиоприемнике используют не один, а несколько колебательных контуров и если контуры не связаны друг с другом и настроены на одну и ту же частоту, то избирательность радиоприемника значительно повышается, а полоса пропускания сильно уменьшается.

Собственная частота колебаний колебательного контура, состоящего из индуктивности L и емкости C , без учета сопротивления потерь, определяется по формуле:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}, \quad (7.1)$$

где: f — частота (в гц); L — коэффициент самоиндукции (в гн); C — емкость (в ф).

Так как единицы L и C , входящие в формулу (7,1), велики, то для радиочастот более удобно пользоваться видоизмененной формулой:

$$f = \frac{477 \cdot 10^4}{\sqrt{LC}}, \quad (7,2)$$

где: f — частота колебаний (в кГц); L — коэффициент самоиндукции (в см); C — емкость (в см).

ДЛИНА ВОЛНЫ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО КОНТУРА

Длину волны, на которую настроен колебательный контур, можно подсчитать по формуле:

$$\lambda = 0,0628 \sqrt{L_{см} C_{см}} = 1,885 \sqrt{L_{мкгн} C_{мккф}}. \quad (7,3)$$

Единицы коэффициента самоиндукции и емкости указаны в формуле в виде индексов.

Хотя на величину собственной частоты оказывает некоторое влияние активное сопротивление контура, влияние это незначительно и с ним практически не приходится считаться.

Данные для быстрого подсчета длины волны для разного значения L и C приведены в табл. 36.

Если задана длина волны контура в метрах и емкость конденсатора в сантиметрах, то величина коэффициента самоиндукции катушки может быть подсчитана по формуле:

$$L = \frac{253 \lambda^2}{C}, \quad (7,4)$$

где: L — в см; λ — в м; C — в см.

При заданной длине волны и коэффициенте самоиндукции емкость конденсатора будет

$$C = \frac{253 \lambda^2}{L}, \quad (7,5)$$

где: C — в см; λ — в м; L — см.

Пример. Определить коэффициент самоиндукции катушки колебательного контура, настроенного на длину волны $\lambda = 20$ м, если емкость конденсатора равна 250 см.

Решение. Коэффициент самоиндукции катушки определяем по формуле (7,4). Подставляя в формулу заданные величины, получим:

$$L = \frac{253 \cdot 20^2}{250} = 404,8 \text{ см.}$$

Обычно в радиоприемной и радиопередающей аппаратуре колебательные контуры можно настраивать не на одну частоту, а на целый диапазон частот. Чаще всего это осуществляется с помощью конденсатора переменной емкости.

При данной катушке самоиндукции одна граница диапазона определяется величиной максимальной емкости конденсатора переменной

Таблица 36

Длина волны (в м) для разных величин L и C

Индуктив- ность L (в мкГн)	Емкость C (в см)					
	90	180	270	360	450	540
1	19	27	33	38	42	46
2	27	33	46	53	60	65
3	33	46	57	65	73	80
4	38	53	65	75	84	92
5	42	60	73	84	94	103
6	46	65	80	92	103	113
7	50	71	86	100	112	122
8	53	75	92	107	119	131
9	57	80	98	113	126	139
10	60	84	103	119	133	146
12	65	92	113	131	146	160
14	71	100	122	141	158	173
16	75	107	131	151	169	185
18	80	113	139	160	179	196
20	84	119	146	169	188	209
25	94	133	163	188	211	231
30	103	146	179	206	231	253
40	119	169	206	238	267	292
50	133	188	231	267	298	326
60	146	206	253	292	326	358
70	154	223	273	315	353	386
80	169	238	292	337	357	413
90	179	253	310	358	400	438
100	188	267	326	377	421	462
120	206	292	358	413	462	506
140	223	315	386	446	499	516
160	238	337	403	477	533	584
180	253	358	438	506	565	619
200	267	377	462	533	596	653
250	298	421	516	596	666	730
300	326	462	566	653	730	800
400	377	533	653	754	843	923
500	421	596	730	843	946	1032
600	462	653	800	923	1032	1131
700	499	705	864	977	1115	1221
800	533	754	920	1066	1192	1316
900	565	800	979	1131	1264	1385
1000	596	843	1032	1192	1333	1460
1200	653	928	1131	1306	1460	1599
1400	705	992	1231	1410	1577	1727
1600	754	1066	1306	1509	1686	1846
1800	800	1131	1385	1599	1788	1959
2000	843	1192	1460	1686	1885	2065
2500	942	1333	1632	1625	2108	2302

емкости контура, а вторая — величиной минимальной емкости конденсатора.

При изменении емкости от минимального значения C_{\min} до максимального значения C_{\max} (включая в суммарное значение C и емкость схемы), длина волны контура будет изменяться от λ_{\min} до λ_{\max} .

Отношение $\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} = K$ называется коэффициентом перекрытия диапазона и определяется по формуле:

$$K = \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} = \frac{2\pi \sqrt{LC_{\max}}}{2\pi \sqrt{LC_{\min}}} = \sqrt{\frac{C_{\max}}{C_{\min}}}. \quad (7,6)$$

Если, например, переменный конденсатор имеет $C_{\max} = 450$ см, а $C_{\min} = 50$ см, то

$$K = \sqrt{\frac{C_{\max}}{C_{\min}}} = \sqrt{\frac{450}{50}} = \sqrt{9} = 3.$$

Это значит, что если при C_{\min} контур настроен, например, на частоту 10^6 гц ($\lambda = 300$ м), то при введении полностью подвижных пластин переменного конденсатора, т. е. при C_{\max} , контур будет настроен на частоту в K раз меньшую, или $\frac{10^6}{3} = 3,33 \cdot 10^5$ гц ($\lambda = 900$ м).

Хотя минимальная емкость конденсаторов, применяемых в приемниках, равна 10 — 20 см, при расчетах следует иметь в виду, что к емкости конденсатора как бы параллельно подключена емкость схемы (междуэлектродная емкость лампы, емкость цоколя ламповой панельки, емкость монтажа и соединительных проводов, собственная емкость катушки самоиндукции). Поэтому при подсчетах за величину начальной емкости конденсаторов переменной емкости (с учетом емкости схемы) следует считать $C_{\min} \approx 50$ см.

СВЯЗАННЫЕ КОНТУРЫ

Контуры называются связанными, если колебания в одном контуре могут вызывать колебания в другом.

Контур, соединенный непосредственно с генератором, называется первичным контуром. Контур, получающий энергию от первичного вследствие наличия связи между контурами, называется вторичным.

Первичный контур, передавая энергию во вторичный контур, в свою очередь испытывает обратное действие (реакцию) со стороны вторичного контура. Это обратное действие вторичного контура на первичный сказывается в наведении в первичном контуре противоэлектродвижущей силы. Однако математически реакцию принято учитывать в виде добавочного активного сопротивления, вносимого вторичным контуром в первичный.

Вносимое сопротивление зависит от частоты, степени связи и величины активного сопротивления вторичного контура.

Практически связанные контуры имеют либо общее магнитное поле, либо общее электрическое поле, либо же общее активное сопротивление.

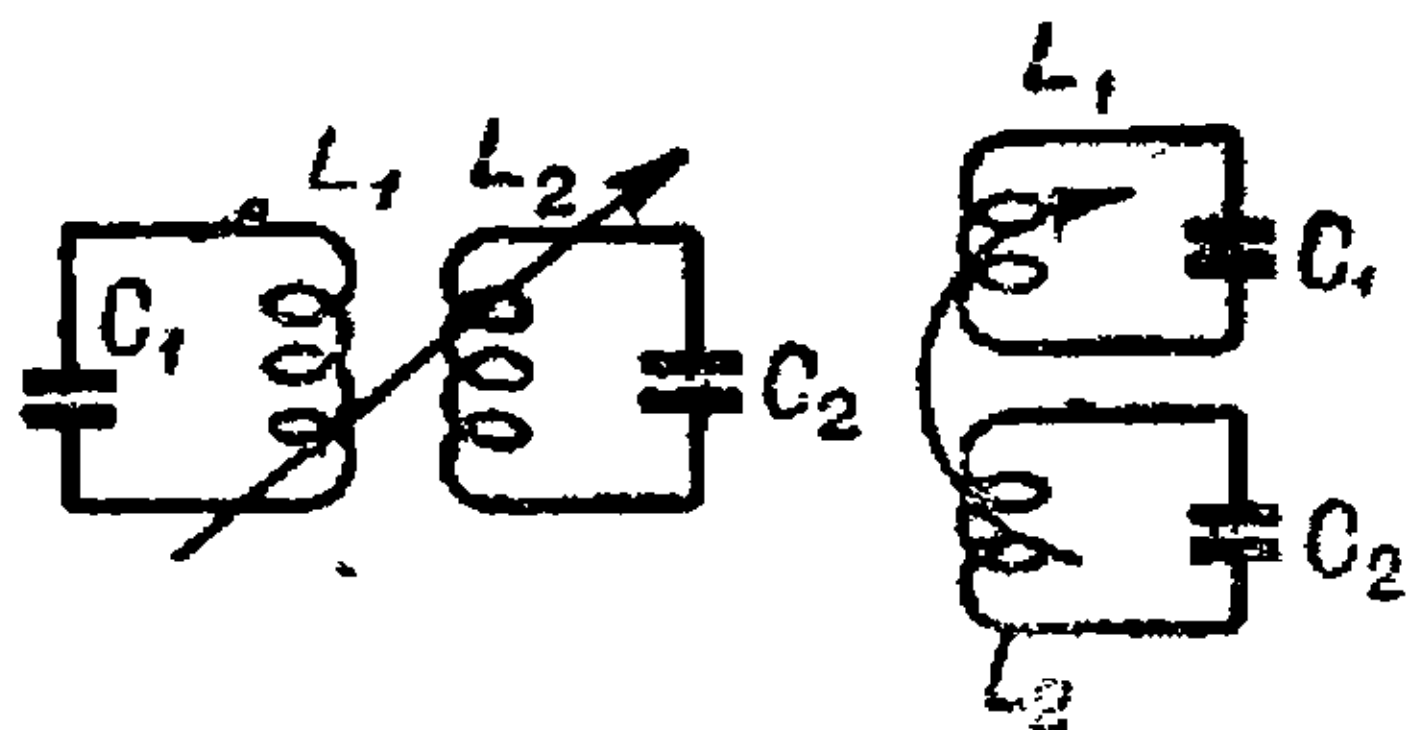


Рис. 37. Схемы индуктивной связи двух колебательных контуров.

Связи контуров бывают различных типов.

Индуктивная связь (рис. 37) образуется с помощью взаимной индукции между катушками. При переменной связи расстояние между катушками и их взаимное расположение изменяется. При индуктивной связи две катушки наматываются на общем каркасе друг возле друга или обе катушки размещаются в непосредственной близости друг к другу.

Емкостная связь (рис. 38). На схемах рис. 38 показаны различные варианты емкостной связи, осуществляемой при помощи конденсаторов постоянной и переменной емкости.

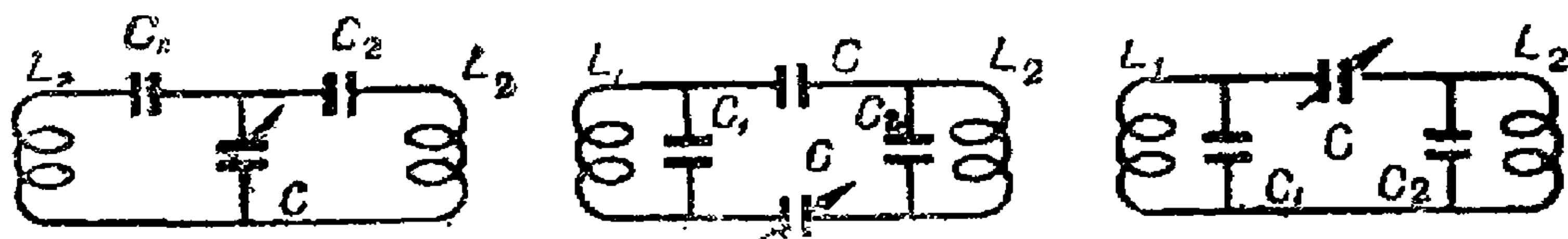


Рис. 38. Схемы емкостной связи двух колебательных контуров.

Автотрансформаторная связь (непосредственная, или кондуктивная связь; рис. 39). Связывающим звеном при этом виде связи является магнитное поле. Эта связь получается, если контуры имеют общую катушку самоиндукции. При этом чем больше индуктивность L_1 , входящая в оба контура, тем сильнее будет связь.

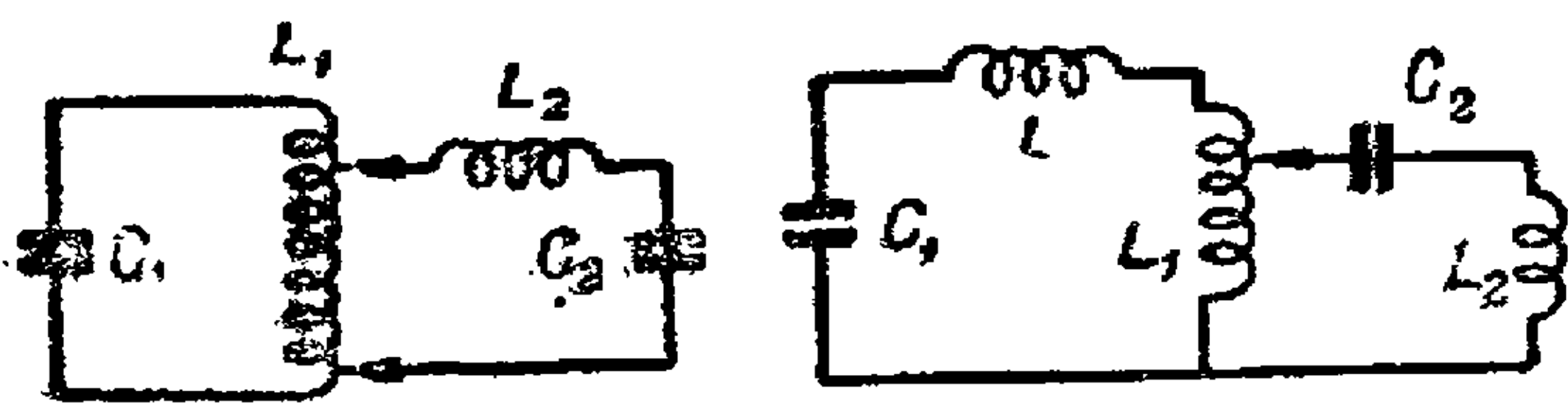


Рис. 39. Схемы автотрансформаторной связи двух колебательных контуров.

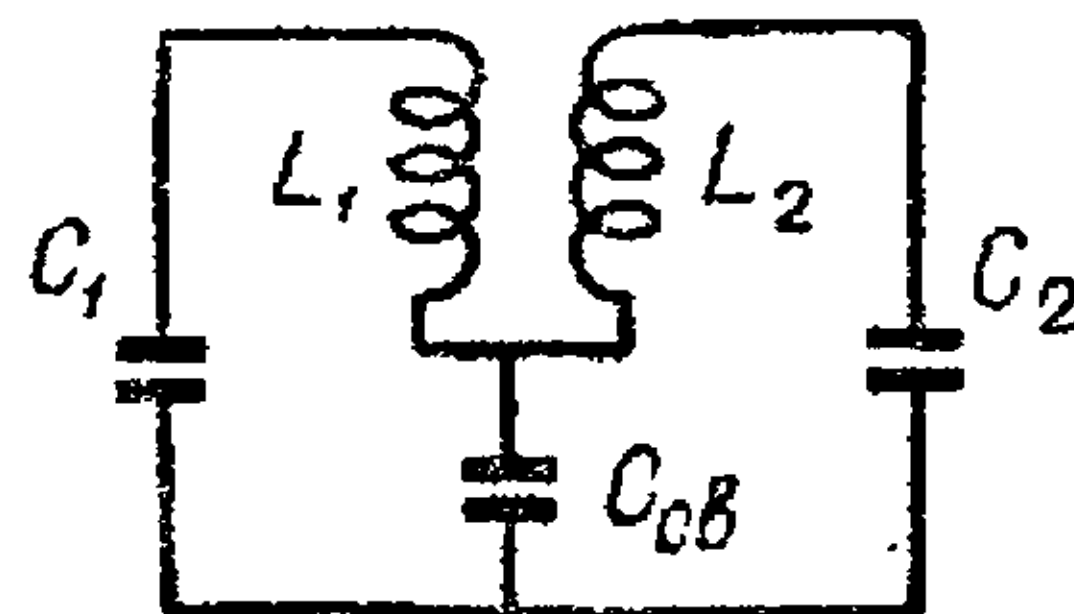


Рис. 40. Схема индуктивно-емкостной связи двух колебательных контуров.

Индуктивно-емкостная связь (рис. 40). При индуктивно-емкостной связи используется связь через общее магнитное поле и общее электрическое поле (через конденсатор) одновременно.

ЭЛЕМЕНТЫ РАДИОСВЯЗИ

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

При излучении энергии антенной радиопередатчика в пространстве, окружающем антенну, образуются электромагнитные волны, распространяющиеся без проводов и воздействующие на антенну приемника радиослушателя. Следовательно, для двухсторонней связи радиостанция должна состоять из передатчика и приемника.

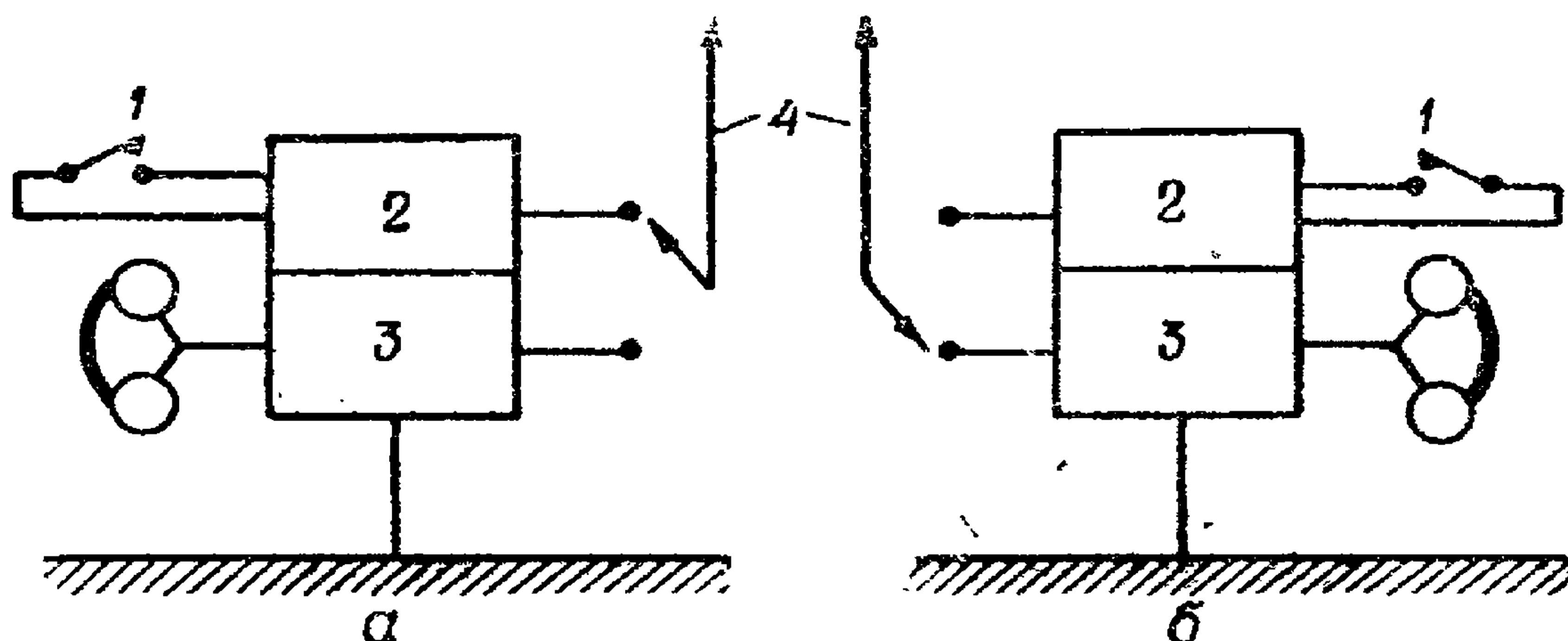


Рис. 41. Принципиальная схема радиотелеграфной связи: а — передача; б — прием; 1 — ключ; 2 — передатчик; 3 — приемник; 4 — антенна.

На современных радиостанциях малой мощности, в том числе и радиолюбительских, передатчик и приемник обслуживаются одним оператором и устанавливаются в одном помещении. На мощных же радиостанциях они являются отдельными аппаратами и разобщены друг от друга.

Устройством, которое излучает энергию при передаче и улавливает ее при приеме, является антенна¹. Антенна представляет собой провод (или сеть проводов), присоединяемый переключателем по мере надобности к передатчику или приемнику. Схема радиосвязи представлена на рис. 41.

Антенный провод, поднятый над землей и изолированный на верхнем конце, должен питаться от передатчика переменным током очень

¹ Подробнее об антеннах см. главу «Приемные и передающие антенны».

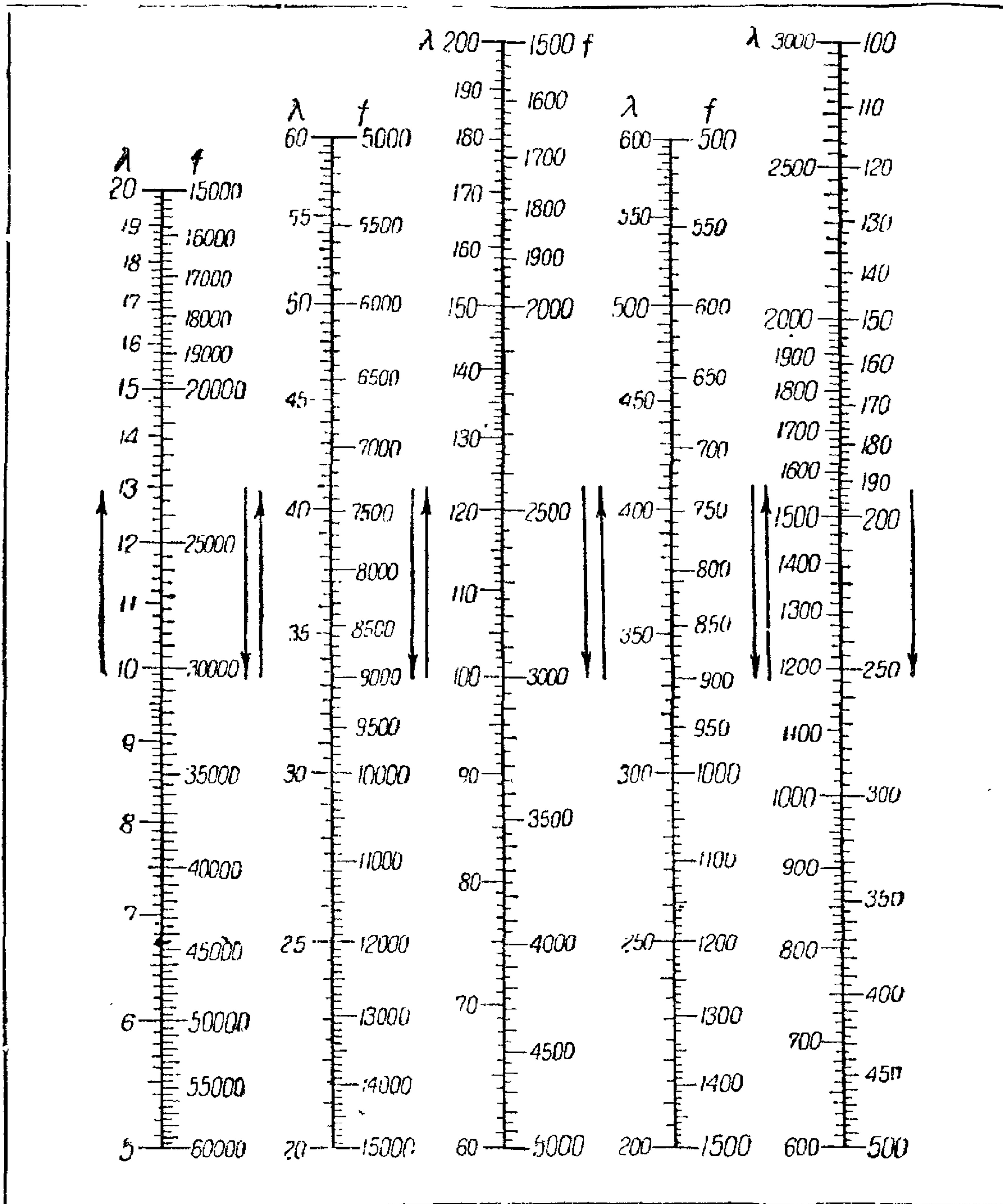


Рис. 42. Номограмма для перевода длины волны в частоту (в кГц) и обратно.

высокой частоты (миллионы или десятки миллионов периодов в секунду) для интенсивного излучения энергии. Именно этим отличается радиотехника среди всех отраслей электротехники и электрической связи: радиотехника является техникой переменных токов высокой частоты.

Необходимые для питания передающей антенны токи высокой частоты создаются передатчиком.

Токи высокой частоты циркулируют в антенной системе и создают вокруг антенны электромагнитное поле.

Процесс излучения представляет собой сложное явление отрыва и перехода в окружающее пространство части энергии электромагнитного поля, колеблющегося вокруг провода антенны.

Зная частоту токов высокой частоты, создаваемых передатчиком, нетрудно подсчитать длину волны в метрах по формуле:

$$\lambda = \frac{300\,000\,000}{f},$$

где: λ — длина волны (в м); f — частота токов высокой частоты (в гц), 300 000 000 — скорость распространения радиоволн (в м/сек).

На рис. 42 приведена номограмма для перевода длины волны в частоту.

При передаче речи и музыки амплитуда колебаний (при амплитудной модуляции), создаваемых передатчиком, изменяется в такт со звуковыми колебаниями, воздействующими на микрофон.

Приемная антенна, находясь в поле электромагнитной волны, подвергается воздействию электрического и магнитного поля, в результате чего в приемной антенне наводится переменная электродвижущая сила высокой частоты, создающая ток в приемнике. Таким образом, приемное устройство извлекает некоторую долю энергии из проходящих волн.

Дальнейшая задача приемника и заключается в том, чтобы выделить и усилить сигналы принимаемой радиостанции и путем последующих преобразований получить электрические колебания токов низкой (звуковой) частоты, питающие телефон или громкоговоритель.

СПЕКТР. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

Излученная антенной радиопередатчика энергия распространяется в пространстве в виде электромагнитных волн. Природа радиоволн одинакова с природой световых волн. Различие между ними заключается лишь в длине волны. Однако видимые электромагнитные, т. е. световые волны, — это только ничтожная часть всего диапазона электромагнитных волн.

На рис. 43 представлен известный нам спектр электромагнитных колебаний.

Свойства электромагнитных колебаний зависят от их частоты. Так, например, лучи Рентгена проходят сквозь тонкие пластины из металла, в то время как видимый свет и радиоволны ими задерживаются.

Применяемые в радиотехнике электромагнитные волны также обладают, в зависимости от частоты, различными свойствами, проявляющимися при их распространении в пространстве между передающей и

приемной станциям. Вследствие такого различия свойств отдельным участкам спектра электромагнитных волн присвоены наименования, приведенные в табл. 37.

Таблица 37

Участки спектра электромагнитных волн

Диапазоны	Частоты	Волны
Длинные волны .	100 кГц и менее	3000 м и более
Средние волны .	100 — 1500 кГц	3000 — 200 м
Промежуточные волны	1500 — 6000 „	200 — 50 „
Короткие волны .	6 — 30 мГц	50 — 10 „
Ультракороткие волны:		
метровые	30 — 300 „	10 — 1 „
дециметровые	300 — 3000 „	1 — 0,1 „
сантиметровые	3000 — 30000 „	0,1 — 0,01 „

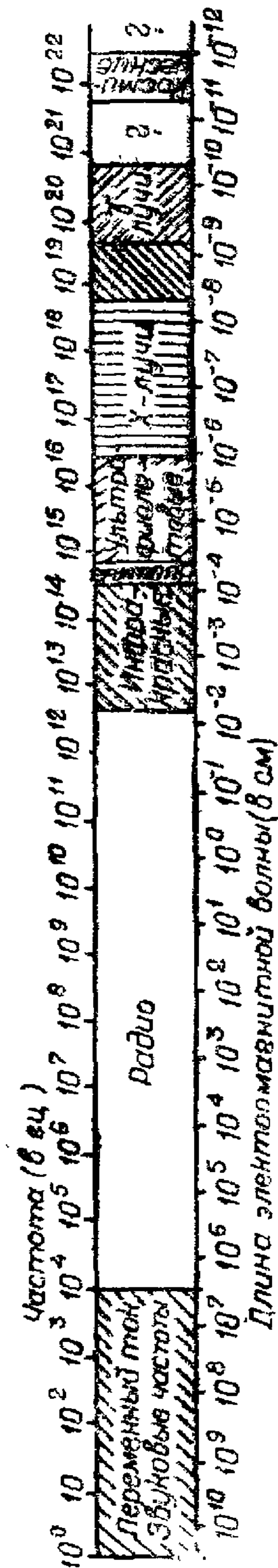


Рис. 43. Спектр электромагнитных колебаний.

В радиоловительской практике обычно принято называть волны от 2000 до 750 м — длинными, от 750 до 200 м — средними, от 50 до 10 м короткими и волны короче 10 м — ультракороткими волнами.

Весь диапазон радиочастот для использования разбит на большое количество участков, предназначенных для того или иного вида радиослужбы. Например, диапазон волн 30 000 до 2000 м используется исключительно для радиотелеграфной связи; диапазон 2000—200 м предназначен почти исключительно для целей радиовещания и лишь отдельные небольшие участки используются для специальных служб: радиосвязи с самолетами, радиомаячной и морской службы; диапазон 200—50 м используется для служебных (ведомственных) радиосвязей на близких расстояниях.

Диапазон коротких волн разделен на ряд участковых диапазонов. Часть из них отведена под радиовещательные станции, другие участки выделены для служебных связей, а остальные предоставлены для экспериментальных и любительских радиосвязей.

Для радиоловительских передатчиков отведены участки волн (табл. 39).

Таблица 38

Перевод частоты в длину волны и длины волны в частоту

кГц	м	кГц	м	кГц	м	кГц	м	кГц	м
300 000	1,0	10 000	30,0	8050	37,3	6100	49,2	4660	64,4
250 000	1,2	9950	30,2	8000	37,5	6050	49,6	4640	64,7
200 000	1,5	9900	30,3	7750	37,7	6000	50,0	4620	65,0
150 000	2,0	9850	30,5	7700	38,0	5950	50,4	4600	65,2
100 000	3,0	9800	30,6	7750	38,2	5900	50,9	4580	65,5
95 000	3,2	9750	30,8	7700	38,5	5850	51,3	4560	65,8
90 000	3,3	9700	30,9	7770	38,0	5800	51,7	4540	66,1
85 000	3,5	9650	31,1	7700	39,2	5750	52,2	4520	66,4
80 000	3,8	9600	31,3	7650	39,5	5700	52,7	4500	66,7
75 000	4,0	9550	31,4	7600	39,7	5650	53,1	4480	67,0
70 000	4,3	9500	31,6	7550	39,0	5600	53,6	4460	67,3
65 000	4,7	9450	31,7	7500	40,3	5550	54,1	4440	67,6
60 000	5,0	9400	31,9	7450	40,5	5500	54,6	4420	67,9
55 000	5,5	9350	32,1	7400	40,8	5450	55,1	4400	68,2
50 000	6,0	9300	32,3	7350	40,1	5400	55,6	4380	68,5
45 000	6,6	9250	32,4	7300	41,1	5350	56,1	4360	68,8
40 000	7,5	9200	32,6	7250	41,4	5300	56,6	4340	69,1
35 000	8,6	9150	32,8	7200	41,7	5250	57,2	4320	69,5
30 000	10,0	9100	33,0	7150	42,0	5200	57,7	4300	69,8
25 000	12,0	9050	33,1	7100	42,3	5150	58,3	4280	70,1
20 000	15,0	9000	33,3	7050	42,6	5100	58,8	4260	70,4
19 000	15,8	8950	33,5	7000	42,9	5050	59,4	4240	70,8
18 000	16,7	8900	33,7	6950	43,2	5000	60,0	4220	71,1
17 000	17,6	8850	33,9	6900	43,5	4980	60,3	4200	71,5
16 000	18,8	8800	34,1	6850	43,8	4960	60,5	4180	71,8
15 000	20,0	8750	34,3	6800	44,1	4940	60,8	4160	72,1
14 000	21,4	8700	34,5	6750	44,4	4920	61,0	4140	72,5
13 000	23,1	8650	34,7	6700	44,8	4900	61,2	4120	72,8
12 000	25,0	8600	34,9	6650	45,1	4880	61,5	4100	73,2
11 000	27,3	8550	35,1	6600	45,5	4860	61,8	4080	73,6
10 900	27,5	8500	35,3	6550	45,8	4840	62,0	4060	73,9
10 800	27,8	8450	35,5	6500	46,2	4820	62,3	4040	74,3
10 700	28,0	8400	35,7	6450	46,5	4800	62,5	4020	74,7
10 600	28,3	8350	35,9	6400	46,9	4780	62,8	4000	75,0
10 500	28,6	8300	36,1	6350	47,2	4760	63,0	3980	75,4
10 400	28,9	8250	36,4	6300	47,6	4740	63,3	3960	75,8
10 300	29,1	8200	36,6	6250	48,0	4720	63,6	3940	76,2
10 200	29,4	8150	36,8	6200	48,4	4700	63,9	3920	76,5
10 100	29,7	8100	37,0	6150	48,8	4680	64,1	3900	76,9
м	кГц	м	кГц	м	кГц	м	кГц	м	кГц

Продолжение

кГц	М	кГц	М	кГц	М	кГц	М	кГц	М
3880	77,3	3040	98,7	2143	140	1648	182	1339	324
3860	77,7	3020	99,4	2128	141	1639	183	1333	225
8840	78,2	3000	100,4	2113	142	1630	184	1327	226
3820	78,6	2970	101	2098	143	1622	185	1322	227
3800	79,0	2941	102	2083	144	1613	186	1316	228
3780	79,4	2931	103	2069	145	1604	187	1310	229
3760	79,8	2885	104	2055	146	1596	188	1304	230
3740	80,2	2857	105	2041	147	1587	189	1299	131
3720	80,7	2830	106	2027	148	1579	190	1293	232
3700	81,1	2804	107	2013	149	1571	191	1287	233
3680	81,5	2778	108	2000	150	1563	192	1282	234
3660	82,0	2752	109	1987	151	1554	193	1276	235
3640	82,4	2727	110	1974	152	1546	194	1271	236
3620	82,9	2703	111	1961	153	1539	195	1266	237
3600	83,4	2679	112	1949	154	1530	196	1260	238
3580	83,8	2655	113	1936	155	1523	197	1255	239
3560	84,3	2631	114	1923	156	1515	198	1250	240
3540	84,8	2609	115	1911	157	1507	199	1245	241
3520	85,3	2586	116	1898	158	1500	200	1240	242
3500	85,7	2564	117	1887	159	1492	201	1235	243
3480	86,2	2542	118	1875	160	1484	202	1229	244
3460	86,7	2521	119	1863	161	1478	203	1224	245
3440	87,2	2500	120	1852	162	1471	204	1219	246
3420	87,7	2479	121	1840	163	1463	205	1215	247
3400	88,3	2459	122	1829	164	1456	206	1209	248
3380	88,8	2439	123	1819	165	1449	207	1205	249
3360	89,3	2419	124	1807	166	1442	208	1200	250
3340	89,8	2400	125	1796	167	1436	209	1195	251
3320	90,4	2381	126	1786	168	1429	210	1191	252
3300	90,9	2362	127	1775	169	1422	211	1186	253
3280	91,5	2344	128	1765	170	1415	212	1181	254
3260	92,0	2326	129	1755	171	1409	213	1177	255
3240	92,6	2308	130	1744	172	1402	214	1172	256
3220	93,2	2290	131	1734	173	1396	215	1168	257
3200	93,8	2273	132	1724	174	1389	216	1163	258
3180	94,4	2256	133	1714	175	1382	217	1158	259
3160	95,5	2239	134	1705	176	1376	218	1154	260
3140	95,6	2222	135	1795	177	1370	219	1150	261
3120	96,2	2206	136	1685	178	1364	220	1145	262
3100	96,8	2190	137	1676	179	1358	221	1141	263
3080	97,4	2174	138	1667	180	1351	222	1136	264
3060	98,1	2158	139	1657	181	1345	223	1132	265
М	кГц	М	кГц	М	кГц	М	кГц	М	кГц

Продолжение

кГц	м	кГц	м	кГц	м	кГц	м	кГц	м
1128	266	973,8	308	857,0	350	765,2	392	691,2	434
1124	267	970,8	309	854,6	351	763,3	393	689,7	435
1120	268	967,6	310	852,4	352	761,3	394	688,0	436
1115	269	964,5	311	849,8	353	759,5	395	686,4	437
1111	270	961,4	312	847,2	354	757,5	396	684,8	438
1107	271	958,5	313	845,0	355	755,7	397	683,3	439
1103	272	955,2	314	842,8	356	753,7	398	681,7	440
1099	273	952,4	315	840,2	357	751,8	399	680,3	441
1095	274	949,3	316	838,0	358	750,0	400	678,7	442
1091	275	946,3	317	835,6	359	748,2	401	677,2	443
1087	276	943,4	318	833,2	360	746,3	402	675,7	444
1083	277	940,4	319	831,0	361	744,3	403	674,0	445
1079	278	937,6	320	828,7	362	742,5	404	672,7	446
1075	279	934,6	321	826,2	363	740,7	405	671,1	447
1071	280	931,6	322	824,2	364	739,0	406	669,6	448
1068	281	928,8	323	821,8	365	737,0	407	668,2	449
1064	282	926,0	324	819,6	366	735,2	408	666,7	450
1060	283	923,0	325	817,2	367	733,5	409	665,1	451
1056	284	920,2	326	815,2	368	731,7	410	663,7	452
1053	285	917,5	327	813,0	369	730,0	411	662,2	453
1049	286	914,6	328	810,8	370	728,2	412	660,7	454
1045	287	911,8	329	808,6	371	726,3	413	659,3	455
1042	288	909,0	330	806,5	372	724,7	414	657,8	456
1038	289	906,2	331	804,2	373	723,0	415	656,4	457
1035	290	903,6	332	802,0	374	721,2	416	655,0	458
1031	291	901,0	333	800,0	375	719,5	417	653,6	459
1027	292	898,2	334	797,8	376	717,7	418	652,1	460
1024	293	895,6	335	795,8	377	716,0	419	650,7	461
1020	294	892,8	336	793,6	378	714,3	420	649,4	462
1017	295	890,2	337	791,6	379	712,5	421	647,9	463
1013	296	887,6	338	789,4	380	710,8	422	646,4	464
1010	297	885,0	339	787,4	381	709,3	423	645,0	465
1007	298	882,2	340	785,2	382	707,5	424	643,7	466
1003	299	879,6	341	783,2	383	705,8	425	642,4	467
1000,0	300	877,2	342	781,2	384	704,2	426	641,0	468
996,5	301	874,6	343	779,2	385	702,6	427	639,6	469
993,4	302	872,0	344	777,2	386	701,0	428	638,3	470
990,2	303	869,6	345	775,2	387	699,2	429	637,0	471
986,8	304	867,0	346	773,2	388	697,6	430	635,6	472
983,5	305	864,6	347	771,2	389	696,0	431	634,1	473
980,4	306	862,0	348	769,2	390	694,2	432	632,9	474
977,2	307	859,6	349	767,2	391	692,8	433	631,6	475
м	кГц	м	кГц	м	кГц	м	кГц	м	кГц

Продолжение

кГц	М	кГц	М	кГц	М	кГц	М	кГц	М
630,3	476	579,1	518	535,6	560	498,3	602	465,8	644
628,9	477	578,0	519	534,7	561	497,5	603	465,0	645
627,6	478	576,9	520	533,9	562	496,7	604	464,4	646
626,3	479	575,9	521	532,9	563	495,8	605	463,7	647
625,0	480	574,6	522	531,9	564	495,0	606	462,9	648
623,7	481	573,4	523	531,0	565	494,2	607	462,3	649
622,4	482	572,5	524	530,0	566	493,4	608	461,6	650
621,1	483	571,4	525	529,0	567	492,6	609	460,8	651
619,9	484	570,3	526	528,2	568	491,8	610	460,1	652
618,6	485	569,2	527	527,2	569	491,0	611	459,4	653
617,3	486	568,3	528	526,3	570	490,1	612	458,7	654
616,0	487	567,0	529	525,4	571	489,3	613	458,0	655
614,7	488	566,0	530	524,4	572	488,6	614	457,3	656
613,4	489	565,0	531	523,5	273	487,8	615	456,6	657
612,1	490	563,9	532	522,6	574	487,0	616	455,9	658
611,0	491	562,9	533	521,7	575	486,2	617	455,2	659
609,7	492	561,9	534	520,9	576	485,4	618	454,6	660
608,6	493	560,6	535	519,9	577	484,7	619	453,8	661
607,3	494	559,6	536	519,0	578	483,9	620	453,1	662
606,0	495	558,6	537	518,1	579	483,1	621	452,5	663
604,7	496	557,6	538	517,2	580	482,3	622	451,8	664
603,6	497	556,5	539	516,3	581	481,6	623	451,1	665
602,4	498	555,5	540	515,5	582	480,8	624	450,4	666
601,1	499	554,5	541	514,5	583	480,0	625	449,8	667
600,0	500	553,5	542	513,7	584	479,2	626	449,1	668
598,9	501	552,5	543	512,8	585	478,4	627	448,4	669
597,6	502	551,4	544	511,9	586	477,7	628	447,7	670
596,4	503	550,4	545	511,1	587	476,9	629	447,1	671
595,3	504	549,4	546	510,1	588	476,2	630	446,4	672
594,0	505	548,4	547	509,3	589	475,4	631	445,8	673
592,8	506	547,4	548	508,4	590	474,7	632	445,0	674
591,7	507	546,4	549	507,6	591	473,9	633	444,4	675
590,4	508	545,4	550	506,7	592	473,1	634	443,8	676
589,4	509	544,4	551	505,8	593	472,4	635	443,1	677
588,1	510	543,5	552	505,0	594	471,7	636	442,5	678
587,1	511	542,5	553	504,2	595	471,0	637	441,8	679
585,9	512	541,5	554	503,4	596	470,2	638	441,2	680
584,7	513	540,5	555	502,4	597	469,4	639	440,6	681
583,6	514	539,5	556	501,7	598	468,7	640	439,8	682
582,5	515	538,5	557	500,9	599	468,0	641	439,2	683
581,4	516	537,6	558	500,0	600	467,3	642	438,5	684
580,3	517	536,6	559	499,1	601	466,6	643	437,9	685
М	кГц	М	кГц	М	кГц	М	кГц	М	кГц

Продолжение

кГц	м	кГц	м	кГц	м	кГц	м	кГц	м
437,3	686	412,1	728	389,6	770	369,4	812	351,3	854
436,6	687	411,5	729	389,1	771	369,0	813	350,8	855
436,0	688	411,0	730	388,6	772	368,6	814	350,4	856
435,4	689	410,4	731	388,1	773	368,1	815	350,0	857
434,8	690	409,8	732	387,6	774	367,6	816	349,6	858
434,1	691	409,3	733	387,1	775	367,2	817	349,2	859
433,5	692	408,6	734	386,5	776	366,7	818	348,8	860
432,9	693	408,1	735	386,1	777	366,3	819	348,4	861
432,2	694	407,7	736	385,5	778	365,8	820	348,0	862
431,6	695	407,0	737	385,1	779	365,4	821	347,6	863
431,0	696	406,5	738	384,6	780	364,9	822	347,2	864
430,4	697	406,0	739	384,1	781	364,5	823	346,8	865
429,7	698	405,4	740	383,6	782	364,1	824	346,4	866
429,1	699	404,8	741	383,1	783	363,6	825	346,0	867
428,7	700	404,3	742	382,6	784	363,2	826	345,6	868
428,0	701	403,7	743	382,1	785	362,8	827	345,2	869
427,4	702	403,2	744	381,7	786	362,3	828	344,8	970
426,7	703	402,6	745	381,2	787	361,9	829	344,4	871
426,1	704	402,2	746	380,7	788	361,4	830	344,0	872
425,5	705	401,6	747	380,2	789	361,0	831	343,6	873
424,9	706	401,1	748	379,8	790	360,6	832	343,2	874
424,3	707	400,5	749	379,2	791	360,2	833	342,8	875
423,7	708	400,0	750	378,8	792	359,7	834	342,5	876
423,2	709	399,5	751	378,3	793	359,2	835	342,1	877
422,5	710	398,9	752	377,8	794	358,9	836	341,7	878
421,9	711	398,4	753	377,3	795	358,4	837	341,3	879
421,3	712	397,8	754	376,9	796	358,0	838	340,8	880
420,7	713	397,4	755	376,4	797	357,5	839	340,5	881
420,2	714	396,8	756	375,9	798	357,1	840	340,1	882
419,6	715	396,3	757	375,5	799	356,7	841	339,7	883
419,0	716	395,7	758	375,0	800	356,3	842	339,3	884
418,4	717	395,3	759	374,5	801	355,9	843	339,0	885
417,8	718	394,7	760	374,0	802	355,5	744	338,6	886
417,3	719	394,2	761	373,6	803	355,0	845	338,2	887
416,7	720	393,6	762	373,1	804	354,6	846	337,8	888
416,1	721	393,2	763	372,7	805	354,2	847	337,5	889
415,5	722	392,6	764	372,2	806	353,8	848	337,1	890
415,0	723	392,1	765	371,7	807	353,3	849	336,7	891
414,4	724	391,6	766	371,3	808	352,9	851	336,3	892
413,8	725	391,1	767	370,8	809	352,5	852	335,9	893
413,2	726	390,5	768	370,3	810	352,2	853	335,6	894
412,6	727	390,1	769	369,9	811	351,7	850	335,2	895
м	кГц	м	кГц	м	кГц	м	кГц	м	кГц

Продолжение

кГц	м	кГц	м	кГц	м	кГц	м	кГц	м
334,8	896	327,1	917	319,8	938	312,8	959	306,1	980
334,5	897	326,7	918	319,5	939	312,5	960	305,8	981
334,1	898	326,5	919	319,2	940	312,2	961	305,5	982
333,7	899	326,1	920	318,8	941	311,8	962	305,1	983
333,4	900	325,7	921	318,4	942	311,5	963	304,9	984
333,0	901	325,4	922	318,1	943	311,1	964	304,6	985
332,6	902	325,0	923	317,8	944	310,9	965	304,2	986
332,2	903	324,6	924	317,5	945	310,5	966	303,9	987
331,8	904	324,4	925	317,1	946	310,2	967	303,6	988
331,5	905	324,0	926	316,8	947	309,9	968	303,3	989
331,2	906	323,7	927	316,4	948	309,6	969	303,1	990
330,8	907	323,3	928	316,1	949	309,2	970	302,7	991
330,4	908	322,9	929	315,8	950	308,9	971	302,4	992
330,0	909	322,5	930	315,4	951	308,6	972	302,1	993
329,7	910	322,2	931	315,1	952	308,3	973	301,8	994
329,3	911	321,9	932	314,8	953	307,9	974	301,5	995
328,9	912	321,5	933	314,5	954	307,7	975	301,1	996
328,5	913	321,2	934	314,1	955	307,4	976	300,8	997
328,2	914	320,9	935	313,8	956	307,1	977	300,6	998
327,9	915	320,5	936	313,5	957	306,8	978	300,3	999
327,5	916	320,2	937	313,1	958	306,4	979	300	1000
м	кГц	м	кГц	м	кГц	м	кГц	м	кГц

Таблица 39

Участки волн для радиолюбительских передатчиков

Длина волн (в м)	Частоты	
	в кГц	в мГц
10,00 — 10,71	30000 — 28000	30,0 — 28,0
13,94 — 14,20	21510 — 21090	21,51 — 21,09
20,83 — 21,43	14400 — 14000	14,4 — 14,0
41,67 — 42,85	7200 — 7000	7,2 — 7,0
150,0 — 174,9	2000 — 1715	2,0 — 1,715

Для телевидения (высококачественного) выделены такие диапазоны:

40,5 — 58,5 мГц	(7,4 — 5,13 м)
64,0 — 70,5 "	(4,69 — 4,26 ")
85,0 — 94,0 "	(3,53 — 3,19 ")
170,0 — 200,06 "	(1,765 — 1,5 ")

РАСПРОСТРАНЕНИЕ КОРОТКИХ ВОЛН

Главное преимущество коротких волн заключается в возможности использования их для радиосвязи на большие расстояния при сравнительно малой мощности передатчика. Поэтому короткие волны широко используются для радиосвязи или радиовещания на далекие расстояния.

Для того чтобы на более длинных радиовещательных волнах (200—2000 м) перекрыть расстояние в тысячи километров, необходимо иметь радиостанции мощностью в десятки и сотни киловатт, а при коротких волнах для этого достаточно мощности в десятки и сотни ватт.

Коротковолновые телефонные станции мощностью всего лишь в несколько киловатт принимаются на расстоянии в тысячи и десятки тысяч километров. Даже маломощные любительские коротковолновые радиостанции, имеющие мощность передатчика лишь в несколько ватт, могут держать радиосвязь на таких больших расстояниях.

Исключительная «дальнобойность» коротких волн объясняется особенностями их распространения.

Длинные волны распространяются вдоль земной поверхности, следуя за ее кривизной. При этом они теряют много энергии из-за сильного поглощения волн землей. Вследствие этого дальность связи на длинных волнах сравнительно небольшая.

Короткие волны распространяются иначе. Часть энергии, излучаемой коротковолновым передатчиком, тоже движется вдоль земли и вследствие больших потерь в земле, гораздо более сильных чем на длинных волнах, распространяется лишь на расстояние в несколько километров или несколько десятков километров. Эта часть излучаемой энергии называется *поверхностной волной*. Она дает вокруг станции небольшую область слышимости, радиус которой зависит главным образом от мощности станции. Некоторое влияние на радиус оказывают также длина волны и время передачи. Дальше за этой областью слышимости сила поля от поверхностной волны ослабевает настолько, что возможность приема сигналов передатчика прекращается. Это так называемая *мертвая зона*, или *зона молчания*.

За мертвой зоной начинается вторая широкая зона слышимости, наличие которой объясняется особенностями распространения коротких волн. Оказывается, что значительная часть энергии излучается антенной коротковолнового передатчика под некоторым углом к горизонту в виде так называемой *пространственной волны*. В верхних слоях атмосферы на высоте от 100 до 600 км имеются ионизированные слои

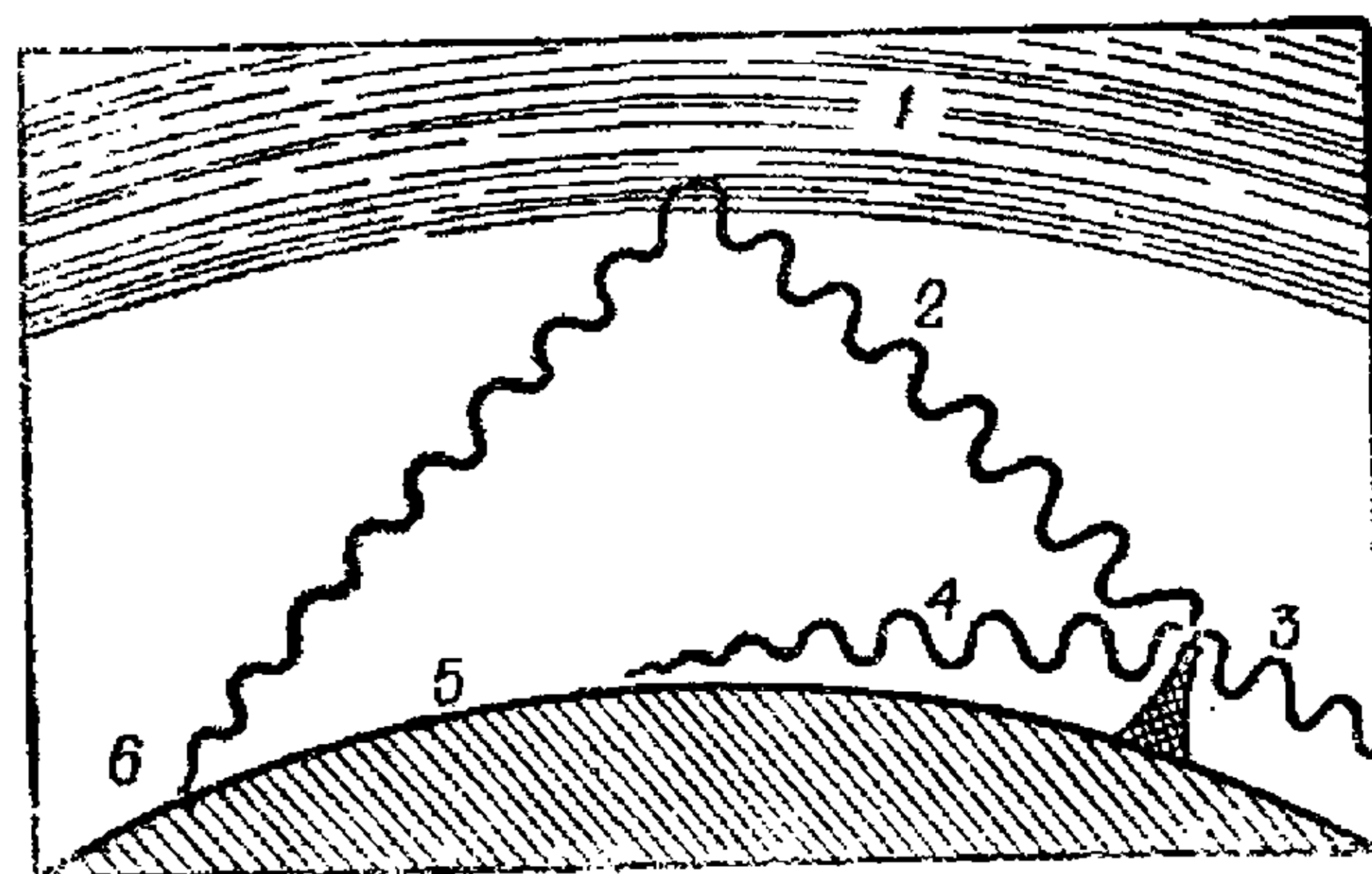


Рис. 44. Схема распространения коротких волн; 1 — ионизированные слои; 2 — пространственная волна; 3 — передающая радиостанция; 4 — поверхностная волна; 5 — зона молчания; 6 — зона приема.

воздуха, т. е. такие, в которых под действием лучистой энергии солища молекулы газов, составляющих воздух, распались на положительные ионы и отрицательные электроны. Пространственная радиовол-

на, дойдя до ионизированных слоев, изменяет свое направление (преломляется) и может вернуться обратно на землю (рис. 44).

Однако слои с максимальной ионизацией не остаются на одной и той же высоте. Расположение и состояние этих слоев непрерывно изменяется в зависимости от времени суток, времени года и ряда других причин. Это приводит к необходимости выбора длины волны для радиосвязи в соответствии с временем года, суток и расстоянием.

При приеме коротких волн в зоне действия пространственного луча наблюдается явление замирания слышимости, проявляющееся в виде нерегулярного уменьшения силы приема или даже полного исчезновения слышимости принимаемой станции. Замирание слышимости возникает вследствие прихода в место приема двух и более пространственных лучей с различными фазами.

Данные распространения волн радиолюбительского коротковолнового диапазона приведены в табл. 40.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ УЛЬТРАКОРОТКИХ ВОЛН

Ультракороткие волны, т. е. волны короче 10 м, можно применять только для связи на очень малых расстояниях, исчисляемых обычно немногими десятками километров. Такое свойство ультракоротких волн объясняется тем, что их пространственная волна не отражается от ионизированных слоев, а «пробивает» их и уносится в межпланетное пространство.

По характеру своего распространения вдоль земной поверхности ультракороткие волны приближаются к световым лучам. Они распространяются прямолинейно, почти не огибают препятствия и плохо следуют за кривизной земной поверхности. Поэтому ультракороткие волны практически могут быть применены лишь в условиях прямой видимости, т. е. в тех случаях, когда из места приема можно видеть антенну передатчика, или в радиусе не больше чем 40—50 км от радиовещательного передатчика.

Условие «прямой видимости» делает высоту антенн весьма важным фактором для дальности приема ультракоротких волн. Чем выше будет поднята антенна передатчика, тем дальше будет он слышен.

Прием ультракоротких волн выгодно отличается от приема более длинных волн. Атмосферные помехи, которые зачастую мешают приему на других диапазонах при приеме на ультракоротких волнах совершенно не слышны.

В настоящее время ультракороткие волны используются для связей на малые расстояния, для высококачественного телевидения и радиолокации.

Для ультракоротковолновых передатчиков ориентировочная величина напряженности поля может быть подсчитана по формуле:

$$E = \frac{30\sqrt{P} h_1 h_2}{\lambda d^2},$$

где: E — напряженность поля (в мкв/м); P — излучаемая мощность ультракоротковолновых передатчиков (в вт); h_1 — высота расположения антенны передатчика над земной поверхностью (в м); h_2 — высота расположения приемной антенны (в м); λ — рабочая длина волны (в м); d — расстояние между передающим и приемным пунктами (в км).

ВРЕМЯ СУТОК В РАЗЛИЧНЫХ СТРАНАХ Таблица 41

Московское время	Среднеевропейское время	Гринвичское время	Голландия	Восточная часть Южной Америки	Центральная Бразилия, Восточная Азия и Лаборатория Канада	Центральная Канада и Восток США	Центральные районы США, Гондурас	Западная часть Северной Америки	Самоа, Аляска	Восточная Сибирь, Австралия, Тасмания, Китай, Филиппины	Средняя Азия (Узбекистан и др.), Индия, Бирма	Восточные районы Европы и часть СССР
24.00	22.00	21.00	21.20	18.00	17.00	16.00	15.00	14.00	11.00	07.00	03.00	01.00
01.00	23.00	22.00	22.20	19.00	18.00	17.00	16.00	15.00	12.00	08.00	04.00	02.00
02.00	24.00	23.00	23.20	20.00	19.00	18.00	17.00	16.00	13.00	09.00	05.00	03.00
03.00	01.00	24.00	00.20	21.00	20.00	19.00	18.00	17.00	14.00	10.00	06.00	04.00
04.00	02.00	01.00	01.20	22.00	21.00	20.00	19.00	18.00	15.00	11.00	07.00	05.00
05.00	03.00	02.00	02.20	23.00	22.00	21.00	20.00	19.00	16.00	12.00	08.00	06.00
06.00	04.00	03.00	03.20	24.00	23.00	22.00	21.00	20.00	17.00	13.00	09.00	07.00
07.50	05.00	04.00	04.20	01.00	24.00	23.00	22.00	21.00	18.00	14.00	10.00	08.00
08.00	06.00	05.00	05.20	02.00	01.00	24.00	23.00	22.00	19.00	15.00	11.00	09.00
09.00	07.00	06.00	06.20	03.00	02.00	01.00	24.00	23.00	20.00	16.00	12.00	10.00
10.00	08.00	07.00	07.20	04.00	03.00	02.00	01.00	21.00	21.00	17.00	13.00	11.00
11.00	09.00	08.00	08.20	05.00	04.00	03.00	02.00	22.00	22.00	18.00	14.00	12.00
12.00	10.00	09.00	09.20	06.00	05.00	04.00	03.00	23.00	23.00	19.00	15.00	13.00
13.00	11.00	10.00	10.20	07.00	06.00	05.00	04.00	24.00	24.00	20.00	16.00	14.00
14.00	12.00	11.00	11.20	08.00	07.00	06.00	05.00	01.00	01.00	21.00	17.00	15.00
15.00	13.00	12.00	12.20	09.00	08.00	07.00	06.00	02.30	02.30	22.00	18.00	16.00
16.00	14.00	13.00	13.20	10.00	09.00	08.00	07.00	03.00	03.00	23.00	19.00	17.00
17.00	15.00	14.00	14.20	11.00	10.00	09.00	08.00	04.00	04.00	24.00	20.00	18.00
18.00	16.00	15.00	15.20	12.00	11.00	10.00	09.00	05.00	05.00	01.00	21.00	19.00
19.00	17.00	16.00	16.20	13.00	12.00	11.00	10.00	06.00	06.00	02.00	22.00	20.00
20.00	18.00	17.00	17.20	14.00	13.00	12.00	11.00	07.00	07.00	03.00	23.00	21.00
21.00	19.00	18.00	18.20	15.00	14.00	13.00	12.00	08.00	08.00	04.00	24.00	22.00
22.00	20.00	19.00	19.20	16.00	15.00	14.00	13.00	09.00	09.00	05.00	01.00	23.00
23.00	21.00	20.00	20.20	17.00	16.00	15.00	14.00	10.00	10.00	06.00	02.00	24.00

Примечания: 1. Разница во времени между разными пунктами в один час соответствует разнице между их положением в географической долоте около 15°. 2. Пользуясь таблицей, следует иметь в виду, что в странах, находящихся на восток от Москвы, время впереди московского, а в странах, находящихся на запад от Москвы, время отстает от московского. 3. Время в некоторых странах (Гавайские острова, Индия) не совпадает в точности с поясным временем. В других странах часто пользуются местным временем для разных частей страны (например, Западный Китай, Иран и т. д.)

ТЕЛЕГРАФНАЯ АЗБУКА МОРЗЕ

Буквы

Русский алфавит	Латинские буквы	Знак Морзе	Русский алфавит	Латинские буквы	Знак Морзе
А	A	· —	Р	R	· — ·
Б	B	— · · ·	С	S	· · ·
В	W	· — — —	Т	T	— — —
Г	G	— — — ·	У	U	· · —
Д	D	— · ·	Ф	F	· · — ·
Е	E	·	Х	H	· · · ·
Ж	V	· · — —	Ц	C	— · — ·
З	Z	— — — · ·	Ч	CH	— — — —
И	I	· ·	Ш	S	— — — —
Й	J	· — — — —	Щ	SH	— — — —
К	K	— · — —	Ь		— · — —
Л	L	· — · ·	Ы		— · — —
М	M	— — —	Э		· · — ·
Н	N	— ·	Ю		· · — —
О	O	— — — —	Я		· — — —
П	P	· — — — ·			

Цифры

1	· — — — —	6	— · · · ·
2	· · — — —	7	— — — · ·
3	· · · — —	8	— — — · ·
4	· · · · —	9	— — — · ·
5	· · · · ·	0	— — — — —

Знаки препинания

Точка (.)	· · · · ·	Восклицательный знак (!)	— — — · · — — —
Запятая (,)	· — — — —	Знак отделяющий	— · · · — —
Вопросительный знак (?)	· · — — — · ·	Скобки ()	— · · — — —
Тире (—)	— · · · · —	Знак новой строки	· — — — · ·
Кавычки (")	· — — — · ·	Двоеточие (:)	— — — · · ·
Знак подчеркивания	· · — — — · ·	Апостроф (')	· — — — — ·
Точка с запятой (;)	— · — — — ·	Плюс (+)	· — — — ·

Служебные знаки

Знак „понял“	· · · · ·	Приглашение к	
„ждать“	· · — — — · ·	приему	· — — — — ·
„верно“ и		Приглашение к	
„квитанция“	· — — — — ·	передаче	· — — — — ·
Конец передачи (и знак		Ошибка („не понял“)	· · · · ·
плюс)	· — — — ·	Начало действия	· — — — —

ШКАЛЫ РАЗБИРАЕМОСТИ, ГРОМКОСТИ И ТОНА

Коротковолновики-радиолюбители пользуются при радиосвязях рядом условных шкал, определяющих качество работы корреспондента. Передача сообщений азбукой Морзе производится по так называемой системе РСТ. Все сведения передаются при помощи трехзначного числа, первая цифра которого обозначает разбираемость, вторая — громкость приема и третья — тон передачи.

Шкала разбираемости Р

Балл	Значение
1	Прием неразборчив, принимать невозможно
2	Прием разборчив с трудом, с пропусками
3	Разбираемость средняя
4	Разбираемость хорошая
5	Разбираемость превосходная

Шкала громкости С

Балл	Значение
1	Едва слышно, принять невозможно
2	Очень слабая громкость, разбираются отдельные сигналы
3	Слабая слышимость, принять можно с трудом
4	Слышимость, достаточная для приема с небольшим напряжением
5	Средняя громкость. Сигналы разбираются без всякого напряжения
6	Слышно хорошо
7	Слышно громко
8	Весьма громкая слышимость
9	Громкоговорящий прием

Шкала тона Т

Балл	Значение
1	Очень плохой, грубый тон переменного тока
2	Тон переменного тока, но более устойчивый
3	Тон выпрямленного, но не сглаженного тока (хриплый тон)
4	Более музыкальный тон от небольшого сглаживания
5	Журчащий тон при недостаточном сглаживании
6	Устойчивый музыкальный тон с небольшими пульсациями
7	Хороший тон выпрямленного тока с едва заметными пульсациями
8	Чистый музыкальный тон от питания постоянным током
9	Музыкальный тон передатчика с кварцевой стабилизацией (прекрасный музыкальный тон)

Для определения качества модуляции при работе телефоном пользуются специальной шкалой модуляции. Цифра этой шкалы заменяет последнюю цифру системы RST (тона).

В соответствии с этим, определение качества приема при работе телефоном производится по системе RSM, в которой две первые цифры имеют то же значение, что и в системе RST.

Шкала модуляции M

Балл	Значение
1	Очень плохая модуляция, ничего разобрать нельзя
2	Плохая модуляция, разбираются отдельные слова
3	Разбираются все слова, но искажения весьма заметны
4	Хорошая модуляция, искажения малы
5	Прекрасная передача без всяких искажений

РАДИОКОДЫ

Q - код

Обозначения		Значение	
русскими буквами	латинскими буквами	со знаком вопроса	без знака вопроса
ЩРА	QRA	Какой адрес Вашей станции?	Адрес моей станции...
ЩРБ	QRB	Каково приблизительно расстояние между нами?	Нахожусь на расстоянии... км от Вас
ЩРГ	QRG	Какова длина моей волны (частота)?	Длина Вашей волны (частота)...
ЩРХ	QRH	Меняется ли длина моей волны (частота)?	Длина Вашей волны (частота) меняется (непостоянна)
ЩРИ	QRI	Постоянен ли тон моей передачи?	Тон Вашей передачи меняется (непостоянен)
ЩРЙ	QRJ	Не слабы ли мои сигналы?	Ваши сигналы слабы. Прием затруднен
ЩРК	QRK ¹	Какова разбираемость моих сигналов?	Разбираемость Ваших сигналов ... (от 1 до 9)
ЩРЛ	QRL	Заняты ли Вы?	Я занят
ЩРМ	QRM	Мешают ли Вам при приеме другие станции?	Мне при приеме мешают станции
ЩРН	QRN	Мешают ли Вам при приеме атмосферные разряды?	Мне мешают атмосферные разряды
ЩРО	QRO	Увеличить ли мощность?	Увеличьте мощность

¹ Любители иногда пользуются обозначением QRK вместо QSA и наоборот.

Обозначения		Значение	
русскими буквами	латинскими буквами	со знаком вопроса	без знака вопроса
ЩРП	QRP	Уменьшить ли мощность?	Уменьшите мощность
ЩРЩ	QRQ	Передавать ли быстрее?	Передавайте быстрее
ЩРС	QRS	Передавать ли медленнее?	Передавайте медленнее
ЩРТ	QRT	Прекратить ли передачу?	Прекратите передачу
ЩРУ	QRU	Имеете ли Вы что-либо для меня?	Для Вас ничего нет
ЩРЖ	QRV	Готовы ли Вы к приему?	Я готов к приему
ЩРВ	QRW	Сообщить ли..., что Вы его вызываете?	Прошу сообщить..., что я вызываю его
ЩРЬ	QRX	Ждать ли мне, когда возобновим связь?	Ждите, связь возобновим в... часов (или позже)
ЩРЫ	QRY	Какова моя очередь?	Ваша очередь...
ЩРЗ	QRZ	Кто зовет меня?	Вас зовет...
ЩСА	QSA ¹	Какова сила моих сигналов?	Сила Ваших сигналов... (от 1 до 5)
ЩСБ	QSB	Меняется ли сила моих сигналов?	Сила Ваших сигналов меняется (непостоянна)
ЩСД	QSD	Каково качество моей передачи?	Ваша работа на ключе плоха
ЩСЛ	QSL	Дадите ли Вы мне подтверждение (квитанцию) в приеме?	Прием подтверждаю
ЩСО	QSO	Имеете ли Вы связь с...?	Я имею связь с...
ЩСП	QSP	Можете ли Вы передать..?	Передам... (кому, что)
ЩСЩ	QSQ	Передавать ли по одному разу слово?	Передавайте по одному разу слово
ЩСВ	QSW	Можете ли передавать на волне (частоте)...?	Я сейчас буду передавать на волне (частоте)...
ЩСЫ	QSY	Перейти ли на волну...?	Перейдите на волну...
ЩСЗ	QSZ	Передавать ли слова по два раза?	Передавайте слова по два раза
ЩТЦ	QTC	Есть ли у Вас сообщения?	У меня есть для Вас сообщение
ЩТХ	QTH	Каково Ваше географическое местонахождение?	Я нахожусь на... градусе широты и... градусе долготы
ЩТР	QTR	Укажите точное время?	Сейчас ровно...
ЩТУ	QTU	В какие часы Вы работаете?	Я работаю...
ЩУА	QUA	Имеете ли Вы известия от...?	Сообщаю известия от...

Любители иногда пользуются обозначением QRK вместо QSA и наоборот.

Любительский код

Обозначение	Значение
abt	Около, приблизительно
ac	Переменный ток
adr, ads	Адрес
aer, ant	Антенна
agn	Опять, снова
all	Все
also	Также
amp	Ампер
ammtr	Амперметр
after	После
at first	Сперва
as	Ждите
at	К, в, при
aud	Слышимость
band	Диапазон
bd, bad	Плохой
bi, by	Посредством, при помощи
bk	Прекратите передачу (или) отвечайте во время моей передачи (могу работать дуплексом)
btr	Лучше
best	Лучшие
but	Но
call	Позывной, вызов
cc	Передачик, стабилизированный кварцем
cfm	Подтверждение, подтверждаю
cl	Закрываю станцию (прекращаю работу)
clg	Вызываю, вызывает
cp, cap	Могу, можете
cnt, cant	Не могу, не можете
co	Кварцевый генератор
condx	Условия (приема)
congrats	Поздравления
cora	Передачик с независимым возбуждением, стабили- зированный кварцем
city	Город
cp	Противовес
cq	Всем, всем (общий вызов)
crd	Карточка-квитанция
cu	Встретимся (в эфире)
cuagn	Встретимся снова
cw	Незатухающие колебания
dc	Постоянный ток
de	От, из
dr	Дорогой
dx	Дальняя связь (дальнее расстояние)

Продолжение

Обозначение	Значение
east	Восток
ere	Здесь
end	Конец
es	И
fb	Превосходно, прекрасный, хороший
fair	Прекрасная, превосходная (погода)
fd	Удвоитель
first	Первый
fm	Из. от
fone	Телефон
for, fr	За, для, при
freq	Частота
ga	Давайте (начинайте) или — добрый день
gb	Прощайте
gd	Добрый день
gud	Добрый, хороший
ge	Добрый вечер
gen	Генератор
get	Получать
gld	Рад. доволен
gm	Доброе утро
gmt	Гринвичское время (минус три часа от московского времени)
gn	Доброй ночи
gnd	Заземленне, земля
got	Получил
guhog	Я вас не слышу
gv	Дайте, даю
ham	Любитель-коротковолновик, имеющий передатчик
hpe, hope	Надеюсь
hr	Здесь
hear	Слышать, слышу
hour	Час
hot	Жарко
hrd	Слышал
ht	Высокое напряжение
hv	Иметь, имею
hvnt	Не имею
hz	Герц
i	Я
if	Промежуточная частота, или — ссяи
ip	В
input, inpt	Подводимая мощность
is	Есть
k	Отвечайте, передавайте
kc	Килоцикл
khz	Килогерц

Продолжение

Обозначение	Значение
kw	Киловатт
ky	Ключ Морзе
lat	Широта
lid	Плохой оператор
lf	Низкая частота
local	Местный
long	Долгота, долго
log	Список радиостанций
lt	Низкое напряжение
ltr	Письмо
ma	Миллиамперметр
mc	Мегагерц
mez	Среднее европейское время (минус два часа от московского времени)
mi, my	Мой
mike	Микрофон
mils	Миллиамперы
mild	Мягкая (погода)
min, mn	Минута, минуты
manu, mi	Много, многие
mo	Задающий генератор
mod	Модуляция
mon	Момент
most	Большая часть
mora	Передатчик с независимым возбуждением
msg	Сообщение. радиограмма
msk	Москва, московское время
mtr	Метр
nw	Новый
nil	Ничего
no	Нет
not	Не
nr	Номер
near, nr	Близ
nw	Теперь, сейчас
ok	Все верно, все понял, принял
old	Старый
om	Дорогой товарищ. приятель
on	На
op	Оператор (радист)
outpt	Отдаваемая мощность
ow	Обращение к женщине
owls	Правительственная радиостанция
pa	Мощный усилитель
part	Часть
pm	Пополудни
pse	Пожалуйста

Продолжение

Обозначение	Значение
psed	Рад, доволен
pwr	Мощность
r	Все верно, хорошо, принял
rac	Выпрямленный переменный ток
rcd	Принял, получил
rcvr, rx	Приемник
rdn	Излучение
rdo	Радио
rite	Пишите
rprt	Сообщение
rpt	Повторите, повторение, повторяю
sa	Скажите
sec	Секунда
sk	Полное окончание обмена
spk	Говорить
sig	Подпись
sigs	Сигналы
send	Посылать, передавать
sked	Расписание (работы)
soon, sn	Скоро
spk	Говорить
srgl, srl	К сожалению, жаль
ss	Судовая радиостанция
stn	Станция
stdi	Устойчиво
sym, sme	Несколько, некоторые
sure	Уверенность, будьте уверены
sw	Короткая волна, коротковолновый
ten	Десятиметровый диапазон
test	Опыт, опытная работа
tfc	Обмен, регулярная связь
time	Время
till	До
tk, tnx	Благодарность
tmr, tmw	Завтра
to	К, для
todi	Сегодня
tone	Тон
too	Также или — слишком
trub	Помеха, затруднение
tube	Лампа
txt	Текст
tx	Передатчик
unstdi	Неустойчиво, нестабильно
uop	Оператор коллективной радиации
ur	Ваш

Продолжение

Обозначение	Значение
ugs	Советский коротковолновик-наблюдатель или—Вашн
usw	Ультракороткие волны
via	Через, посредством
vy	Очень
w	Слово, слова
wave	Волна
wid	С
wrk	Работа, работать
weak	Слабый
wkg, wrkd	Работая, работал
wll	Будет, будете, буду
wpm	Слов в минуту
watt	Ватт
wrls	Радио
ww	Весь мир
wx	Погода
x	Радиопередвижка, тон кварцевого кристалла
xcuse	Извинения
xmtr, xter	Передатчик
xq	Служебная записка
xs	Атмосферные помехи
yes	Да
xtal	Кварцевый кристалл
yday	Вчера
yl	Девушка
73	Наилучшие пожелания

ОБОЗНАЧЕНИЯ СТРАН

Обозначение	Страна	Обозначение	Страна
AC	Тибет	CT1	Португалия
C	Китай	CT2	Азорские острова
CE	Чили	CT3	Остров Мадейра
CM, CO	Куба	CX	Уругвай
CN	Марокко	CZ	Монако
CP	Боливия	D	Германия
CR	Португальские колонии	EA	Испания
CR4	Острова Зеленого Мыса	EI	Эйре (Ирландия)
CR5	Португальская Гвинея	EK	Танжер
CR6	Ангола	EL	Либерия
CR7	Мозамбик	EP, EQ	Иран
CR8	Португальская Индия	ET	Эфиопия (Абиссиния)
CR9	Макао	F	Франция
CR10	Остров Тимор	FA	Алжир

Продолжение

Обозначение	Страна	Обозначение	Страна
FB	Остров Мадагаскар	KI6	Остров Джонстон
FD	Того	KM6	Остров Мидвей
FE	Камерун	KL7	Аляска
FF	Французская Западная Африка	KP4	Порто-Рико
FG	Гваделупа	KP6	Острова Пальмира, Ярвис
FI	Французский Индокитай	KS1	Остров Свэйи
FK	Новая Каледония	KS6	Острова Самоа
FL	Французское Сомали	KV4	Виргинские острова
FM	Остров Мартиника	KW6	Остров Уэйк
FO	Океания	KZ5	Зона Панамского канала
FP	Острова Сан-Пьер и Микелон	LA, LB	Норвегия
FQ	Французская экваториальная Африка	LU	Аргентина
FR	Остров Реунион	LX	Люксембург
FT	Тунис	LZ	Болгария
FU	Остров Новые Гебриды	NY	Залив Гуантонамо
FY	Французская Гвиана	OA	Перу
G	Англия	OE	Австрия
GG	Острова в Английском канале (Ла-Манше)	OH	Финляндия
OI	Северная (Британская) Ирландия	OK	Чехословакия
GM	Шотландия	ON	Бельгия
GW	Уэльс	OQ	Бельгийское Конго
HA	Венгрия	OX	Гренландия
HB	Швейцария	OY	Фарерские острова
HC	Эквадор	OZ	Дания
HE	Лихтенштейн	PA	Голландия
HN	Гаити	PJ	Кюрасао
HI	Республика Доминика	PK	Индонезия
HK	Колумбия	PK1, 2, 3	Остров Ява
HP	Республика Панама	PK4	Остров Суматра
HR	Гондурас	PK5	Голландское Борнео
HS	Сиам	PK6	Остров Целебес, Моллукские острова, Голландская Новая Гвинея
HZ	Саудовская Аравия	PX	Республика Андорра
I	Италия	PY	Бразилия
J	Япония	PY1	Рио-де-Жанейро
J8	Корея	PY2	Сан-Пауло, Парана и Санта Катарина
J9	Остров Окинава	PY3	Рио-Гранде де-Сул
KA	Филиппинские острова	PY5	Пернамбуко
KB6	Острова Бэкер, Хауленд и Феникс	PY6	Мараньян
KN6	Гавайские острова	PY7	Амазонка и Пара
KG6	Остров Гуам	PY8	Мато-Гроссо
		PY9	Минас
		PZ	Суринам

Продолжение

Обозначение	Страна	Обозначение	Страна
SM	Швеция (нумерация районов от 1 до 7 с севера на юг)		Курганская, Чкаловская, Кемеровская области; Башкирская и Коми АССР; Алтайский край
SP	Польша		
ST	Судан		
SU	Египет	UA0	Красноярский, Хабаровский, Приморский края; Бурят-Монгольская и Якутская АССР; Иркутская и Читинская области
SV	Греция и Крит		
TA	Турция		
TF	Исландия		
TG	Гватемала		
TI	Коста-Рика		
U	СССР	UB5	Украинская ССР
UA1	Архангельская, Вологодская, Новгородская, Псковская, Ленинградская, Мурманская области	UC2	Белорусская ССР
		UD6	Азербайджанская ССР
		UF6	Грузинская ССР
		UG6	Армянская ССР
UA3	Московская, Калининская, Смоленская, Орловская, Ярославская, Костромская, Великолукская, Тульская, Воронежская, Тамбовская, Рязанская, Горьковская, Ивановская, Владимирская, Курская, Калужская, Брянская области	UH8	Туркменская ССР
		UI8	Узбекская ССР
		UJ8	Таджикская ССР
		UL7	Казахская ССР
		UM8	Киргизская ССР
		UN1	Карело-Финская ССР
		UO5	Молдавская ССР
		UQ2	Латвийская ССР
		UR2	Литовская ССР
		UR2	Эстонская ССР
		VE	Канада
		VE1	Новая Шотландия, Новый Брунсвик
UA4	Сталинградская, Саратовская, Пензенская, Куйбышевская, Ульяновская, Кировская области; Татарская, Марийская, Мордовская, Удмуртская, Чувашская АССР	VE2	Квебек
		VE3	Онтарио
		VE4	Манитоба
		VE5	Саскачеван
		VE6	Альберта
		VE7	Британская Колумбия
		VE8	Юкон и северные области
UA6	Краснодарский и Ставропольский края; Ростовская, Грозненская, Крымская, Астраханская области; Дагестанская, Кабардинская АССР	VK	Австралия
		VK2	Новый Южный Уэльс
		VK3	Виктория
		VK4	Квинсленд
		VK5	Южная Австралия
		VK6	Западная Австралия
		VK7	Остров Тасмания
UA9	Челябинская, Свердловская, Мологская, Тюменская, Томская, Омская, Новосибирская,	VK8	Северная Австралия
		VK9	Новая Гвинея
		V0	Ньюфаундленд и Лабрадор

Продолжение

Обозначение	Страна	Обозначение	Страна
VP1	Английский Гондурас	VU4	Лакедивские острова
VP2	Острова Лейвард и Виндвард	VU5	Андаманские острова
VP3	Английская Гвиана	VU7	Острова Бахрейн
VP4	Острова Тринидад и Тобаго	W	Соединенные Штаты Америки
VP5	Остров Ямайка, Кайманские и Кокосовые острова	W1	Штаты: Майн, Нью-Гэмпшир, Вермонт, Массачусетс, Коннектикут и Род-Айленд
VP6	Остров Барбадос	W2	Город и штат Нью-Йорк и часть штата Нью-Джерси
VP7	Багамские острова	W3	Штаты: Делавар, Мериленд, часть штата Нью-Джерси и Пенсильвания
VP8	Острова Фалклендские, Южные Шотландские, Южная Георгия, Южные Оркнейские	W4	Штаты: Алабама, Северная и Южная Каролина, Джорджия, Флорида, Теннесси, Кентукки и Виргиния
VP9	Бермудские острова	W5	Штаты: Луизиана, Техас, Арканзас, Оклахома, Нью-Мексико, Миссисипи
VQ1	Занзибар	W6	Штаты: Калифорния и часть штата Аризона
VQ2	Северная Родезия	W7	Штаты: Орегон, Айдахо, Монтана, Айоминг, Вашингтон, Невада, Юта и часть штата Аризона
VQ3	Танганайка	W8	Штаты: Западная Виргиния, Огайо, Мичиган, часть штатов Пенсильвания и Нью-Джерси
VQ4	Кения	W9	Штаты: Иллинойс, Индиана, Висконсин
VQ5	Уганда	W0	Штаты: Колорадо, Миннесота, Северная и Южная Дакота, Небраска, Айова, Миссури, Канзас
VQ6	Английское Сомали	XE	Мексика
VQ8	Остров св. Маврикия, Гагос	XU	Китай
VQ9	Сейшельские острова	XZ	Бирма
VR1	Острова Джильберта, Эллиса и Тихоокеанские	YA	Афганистан
VR2	Острова Фиджи	YI	Ирак
VR3	Остров Фанинг		
VR4	Соломоновы острова (Британские)		
VR5	Остров Тонга (Дружбы)		
VR6	Остров Питкери		
VS1	Сингапур		
VS2	Федеративные Малайские Штаты		
VS3	Нефедеративные Малайские Штаты		
VS4	Английский Северный Борнео, Лабуан и Бруней		
VS5	Саравак (Борнео),		
VS6	Гонконг		
VS7	Остров Цейлон		
VS9	Аден и острова Перим и Сокотра		
VU2	Индия		

<i>Продолжение</i>			
Обозначение	Страна	Обозначение	Страна
YJ	Остров Новые Гебриды	ZD8	Остров Вознесения
YN	Никарагуа	ZE	Южная Родезия
YR	Румыния	ZK1	Острова Кука
YS	Сан-Сальвадор	ZK2	Остров Ниуэ
YU	Югославия	ZL	Новая Зеландия
YV	Венецуэла	ZL1	Оклэнд
ZA	Албания	ZL2	Веллингтон
ZB1	Остров Мальта	ZL3	Кентербери
ZB2	Гибралтар	ZL4	Отаго
ZC1	Трансиордания	ZM	Острова Британское Самоа
ZC2	Кокосовые острова	ZP	Парагвай
ZC3	Остров Крестмас	ZS	Южно-Африканский союз
ZC4	Остров Кипр	ZS1, 2	Кэптаун
ZC6	Палестина	ZS3	Юго-Западная Африка
ZD1	Сиерра Леоне	ZS4	Оранжевая республика
ZD2	Нигерия и Британский Камерун	ZS5	Наталь
ZD3	Гамбия	ZS6	Трансвааль
ZD4	Золотой берег и Того	ZU9	Остров Тристан-да-Кунья
ZD6	Ньясса	ZZ	Оман
ZD7	Остров Св. Елены		

ДЕТЕКТОРНЫЙ РАДИОПРИЕМНИК

СХЕМА ДЕТЕКТОРНОГО ПРИЕМНИКА

Детекторный приемник — самый дешевый и популярнейший приемник начинающего радиолюбителя. Изготовить его может всякий начинающий радиолюбитель. Для своей работы он не требует посторонних источников питания и поэтому с успехом может быть использован в местностях, где нет электрического тока. Благодаря наличию в Союзе ССР сети мощных радиовещательных станций, детекторный приемник обеспечит почти в любом пункте прием одной или даже нескольких радиостанций.

Детекторный приемник, собранный по простейшей схеме, имеет колебательный контур (катушку самоиндукции L и конденсатор C), соединенный с кристаллическим детектором и телефоном (рис. 45).

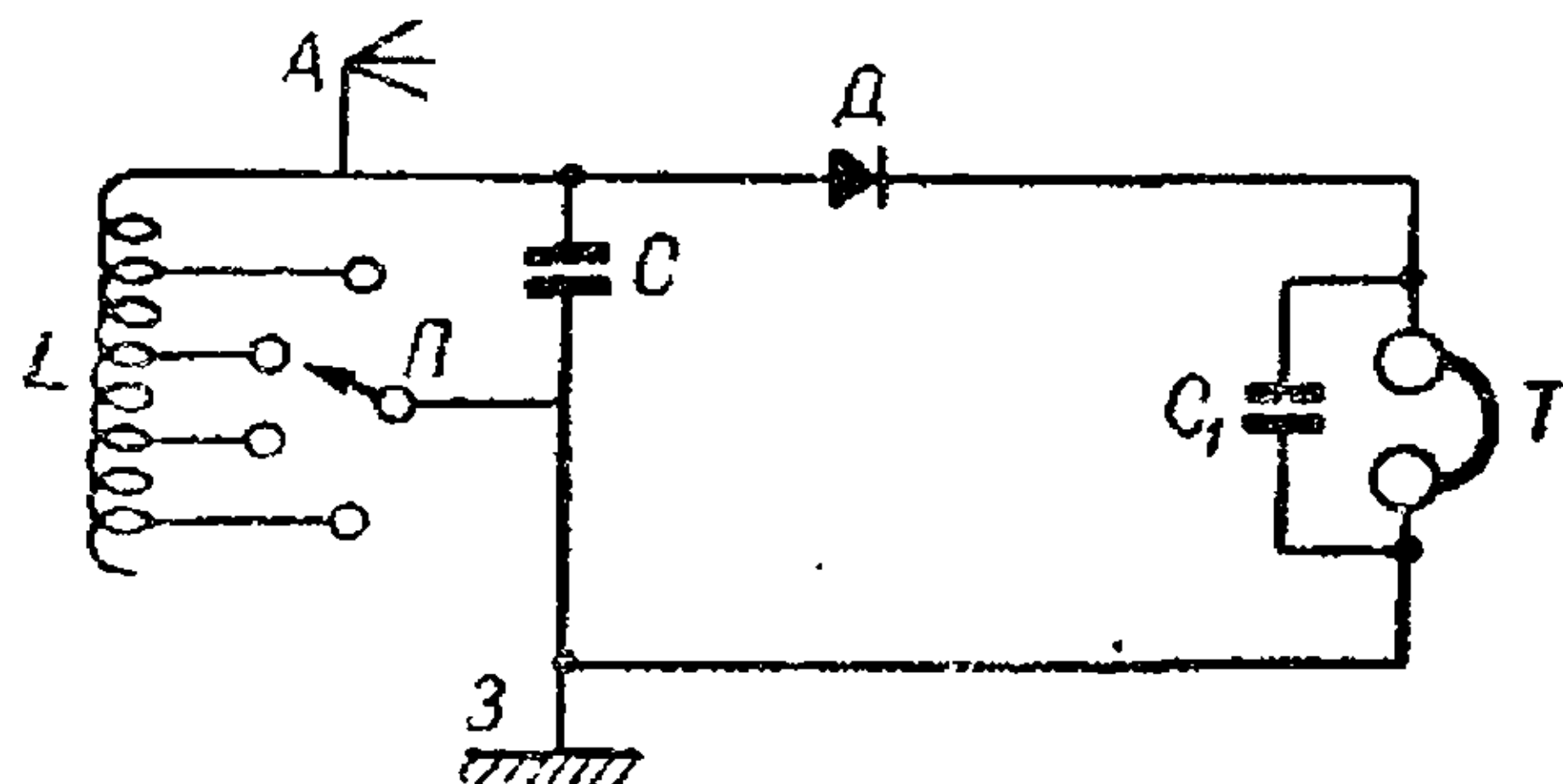


Рис. 45. Простейшая схема детекторного приемника.

Приемник настраивают, включая то или иное число витков катушки, для чего служит переключатель P .

Как видно из схемы (рис. 45), индуктивность катушки L при помощи переключателя P будет изменяться скачкообразно.

Если от такой катушки сделать мало отводов к переключателю, то совпадение настройки катушки с желаемыми станциями будет не всегда точное. Поэтому в приемниках, собранных по такой схеме, сле-

дует делать побольше отводов от катушки самоиндукции. Но и такое устройство не дает возможности точно настраиваться на ту станцию, которую в данном месте можно принять на детекторный приемник.

Гораздо лучше работают приемники, собранные по схеме с органами плавной настройки.

Плавную настройку на станции можно осуществлять несколькими способами.

Применение вариометра. Вариометром называется такая конструкция катушки, при которой одна часть катушки вращается внутри другой неподвижной части. Схема приемника с вариометром показана на рис. 46.

Так как одним изменением положения подвижной катушки вариометра нельзя перекрыть очень большой диапазон, то в дополнение к вариометру у катушки (от ее неподвижной части) делается несколько отводов.

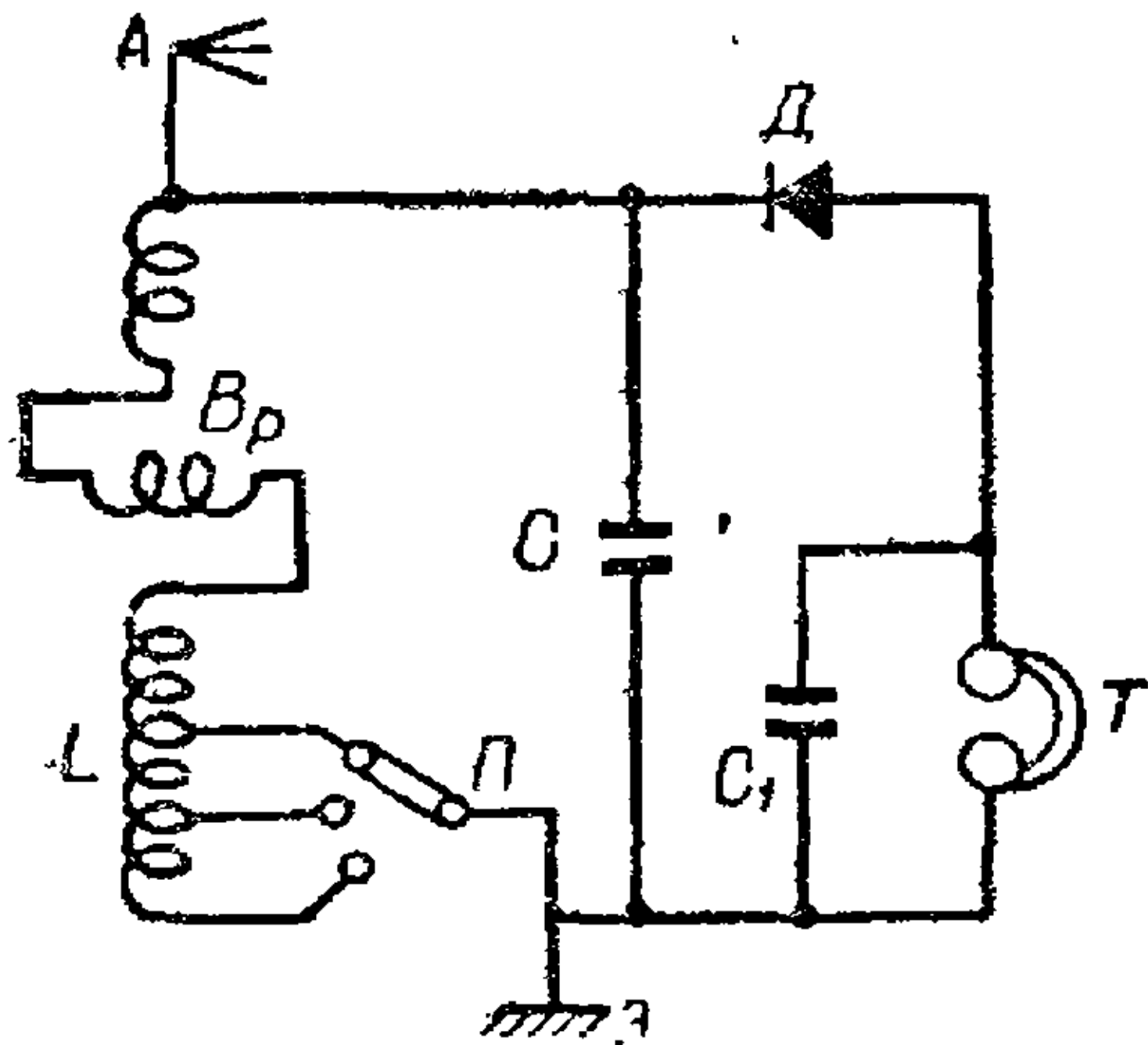


Рис. 46. Схема детекторного приемника с настройкой вариометром.

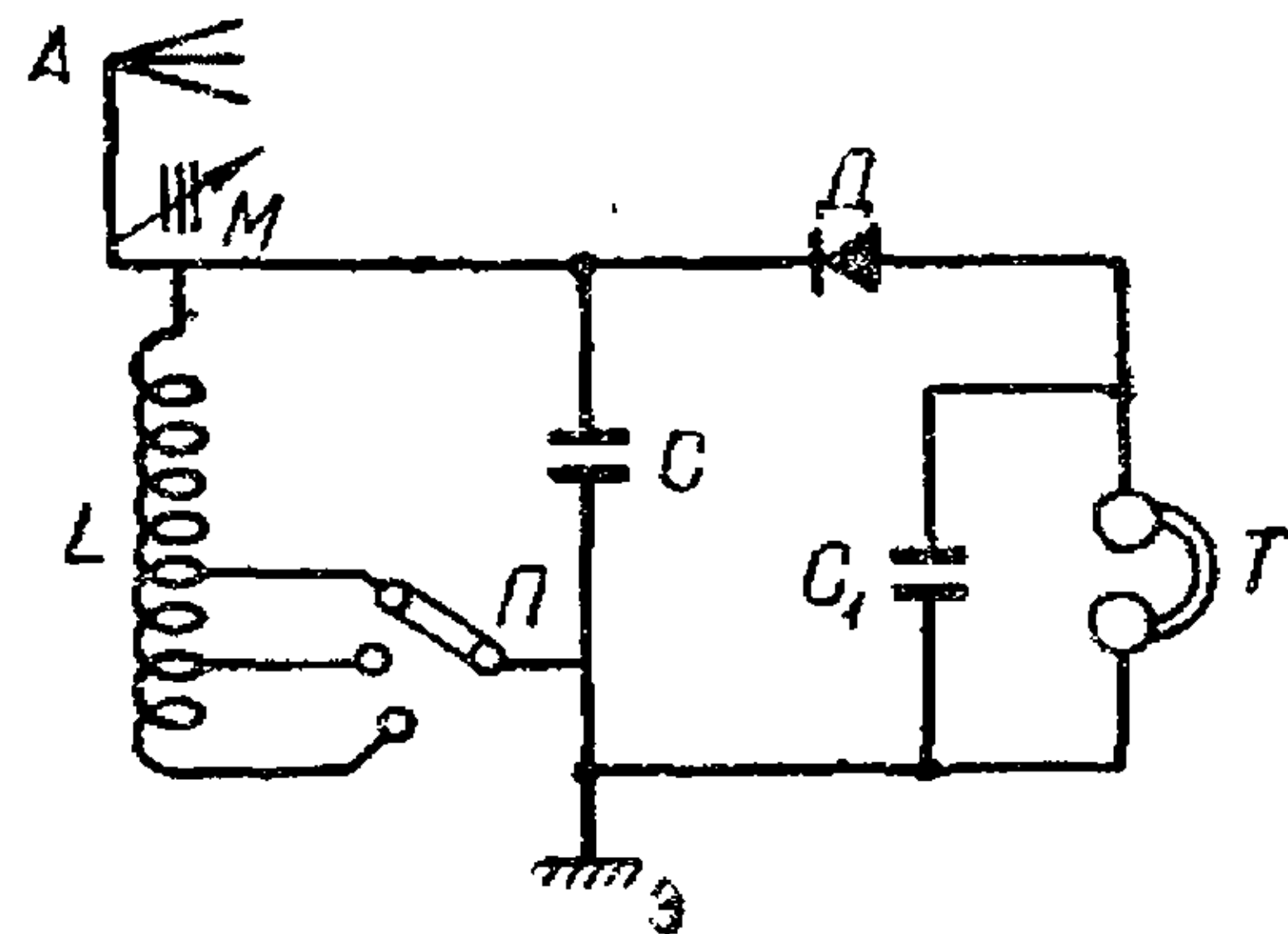


Рис. 47. Схема детекторного приемника с настройкой металлом.

При таком устройстве катушки скачкообразное, грубое изменение индуктивности производится включением той или иной части витков катушки переключателем Π , а плавное изменение индуктивности — вращением подвижной катушки вариометра.

Введение в поле катушки металла. Для этой цели можно применить магнетитовый сердечник, который двигается внутри катушки. Для настройки металлом пригодны магнетитовые сердечники, применяемые в современных ламповых приемниках.

Схема приемника с настройкой металлом показана на рис. 47. Как видно из схемы, грубую настройку производят при помощи переключателя Π , а плавную — перемещением магнетитового сердечника в катушке.

Работают такие приемники примерно так же, как и приемники с вариометрами.

Изменение емкости конденсатора C . Этот прием дает очень точную и плавную настройку на станции. Для приемника, собираемого по такой схеме (рис. 48), необходим конденсатор переменной емкости.

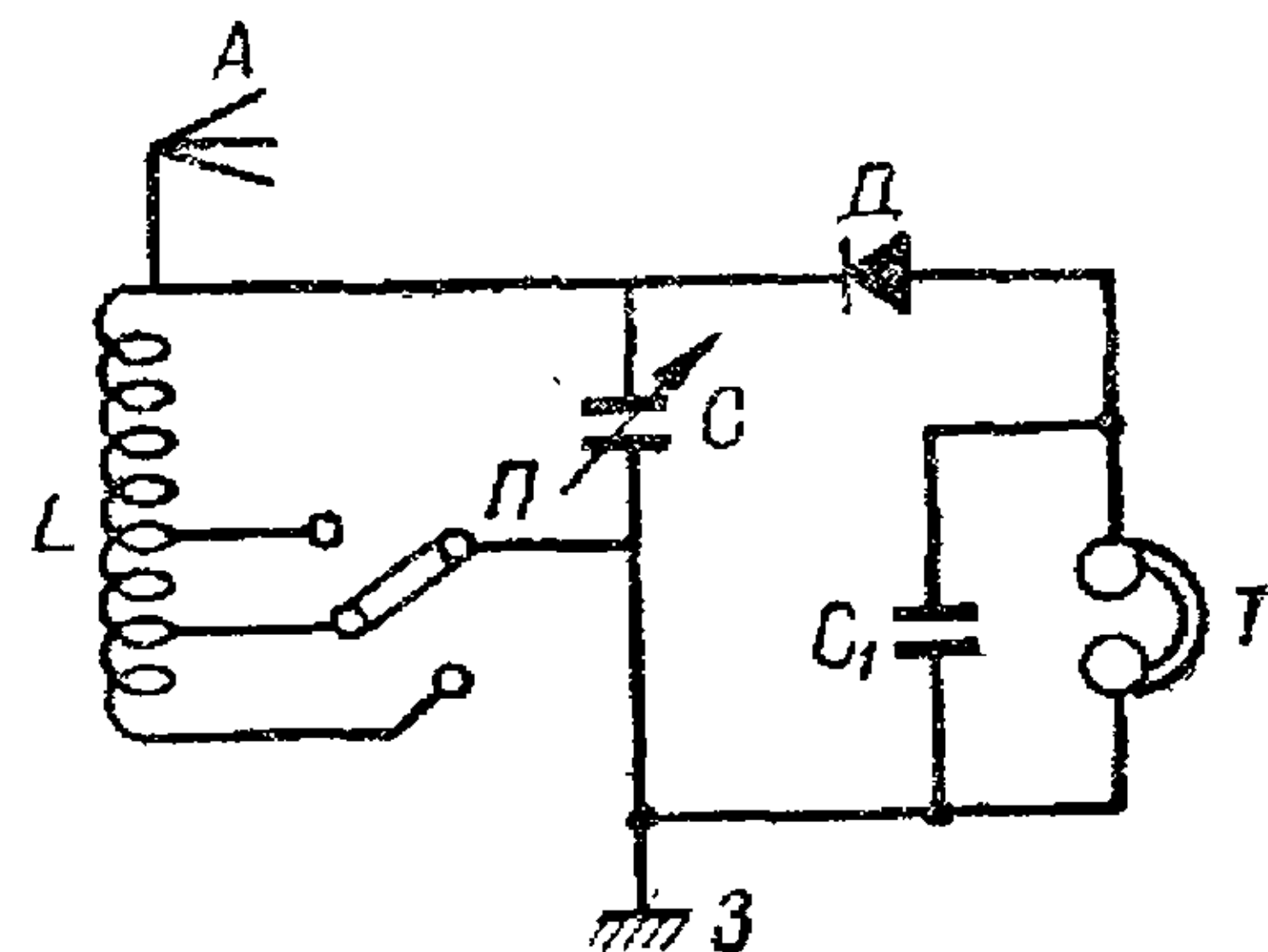


Рис. 48. Схема детекторного приемника с настройкой переменным конденсатором.

УСЛОЖНЕНИЯ В СХЕМАХ ДЕТЕКТОРНЫХ ПРИЕМНИКОВ

Переменная детекторная связь

Любую из схем детекторных приемников можно разбить на две половины: 1) антенный контур, состоящий из вариометра или из катушки самоиндукции с конденсатором, и 2) детекторный контур, состоящий

из детектора и телефона. Детекторный контур должен выделить из поступающих модулированных колебаний высокой частоты токи низкой звуковой частоты и воспроизвести их через телефон. Переменная связь между колебательным (антенным) контуром приемника и детекторным контуром улучшает работу детекторного приемника. Достигается это введением в схему дополнительного переключателя Π_2 , регулирующего величину связи с детекторным контуром (рис. 49).

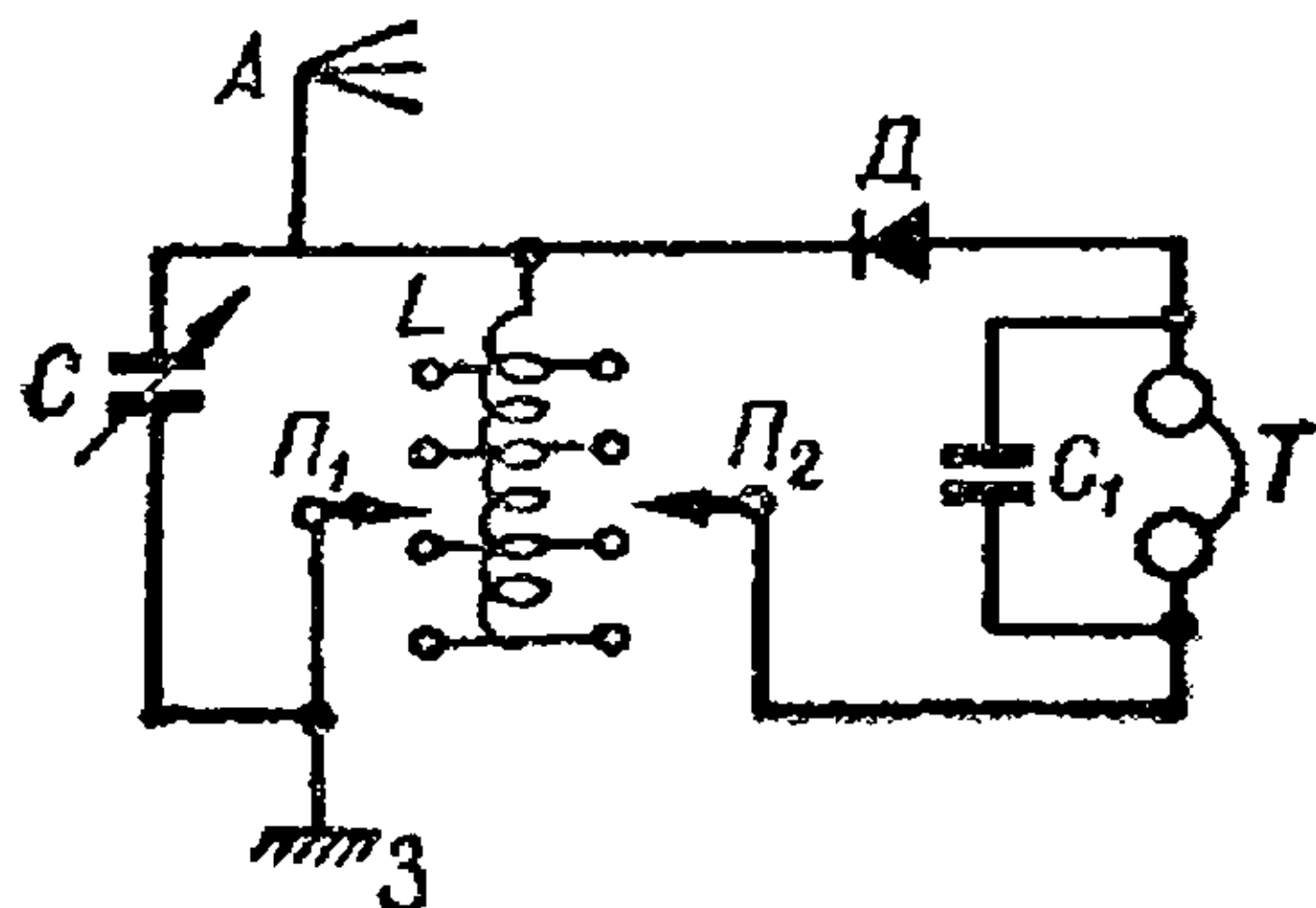


Рис. 49. Схема приемника с переменной детекторной связью.

При слабой детекторной связи, т. е. когда в детекторную цепь включено мало витков, звук в телефоне будет слабее, но настройка станет острее. Изменяя переключателем Π_2 детекторную связь, можно регулировать силу звука так, чтобы мешающие приему станции были слышны слабее.

Схема расширения диапазона принимаемых приемником волн

В схеме расширения диапазона принимаемых приемником волн (рис. 50) настройка на ту или иную длину волны выполняется конденсатором переменной емкости C .

Как видно из схемы, для антенны имеются две клеммы A_1 и A_2 и одна клемма для заземления Z . Конденсатор C включен между клеммами A_1 и A_2 , а между клеммами A_2 и Z помещается замыкающая их перемычка из латуни, показанная на схеме пунктиром.

Подключая антенну к клемме A_1 , заземление — к клемме Z (клеммы A_2 и Z соединены перемычкой), осуществляют параллельное включение конденсатора с катушкой и, следовательно, прием длинных волн.

Если теперь присоединить антенну не к клемме A_1 , а к A_2 и разомкнуть перемычку между клеммами A_2 и Z (заземление подключено как и в первом случае, к клемме Z), то осуществляется последовательное включение конденсатора с катушкой, т. е. схема приема коротких волн.

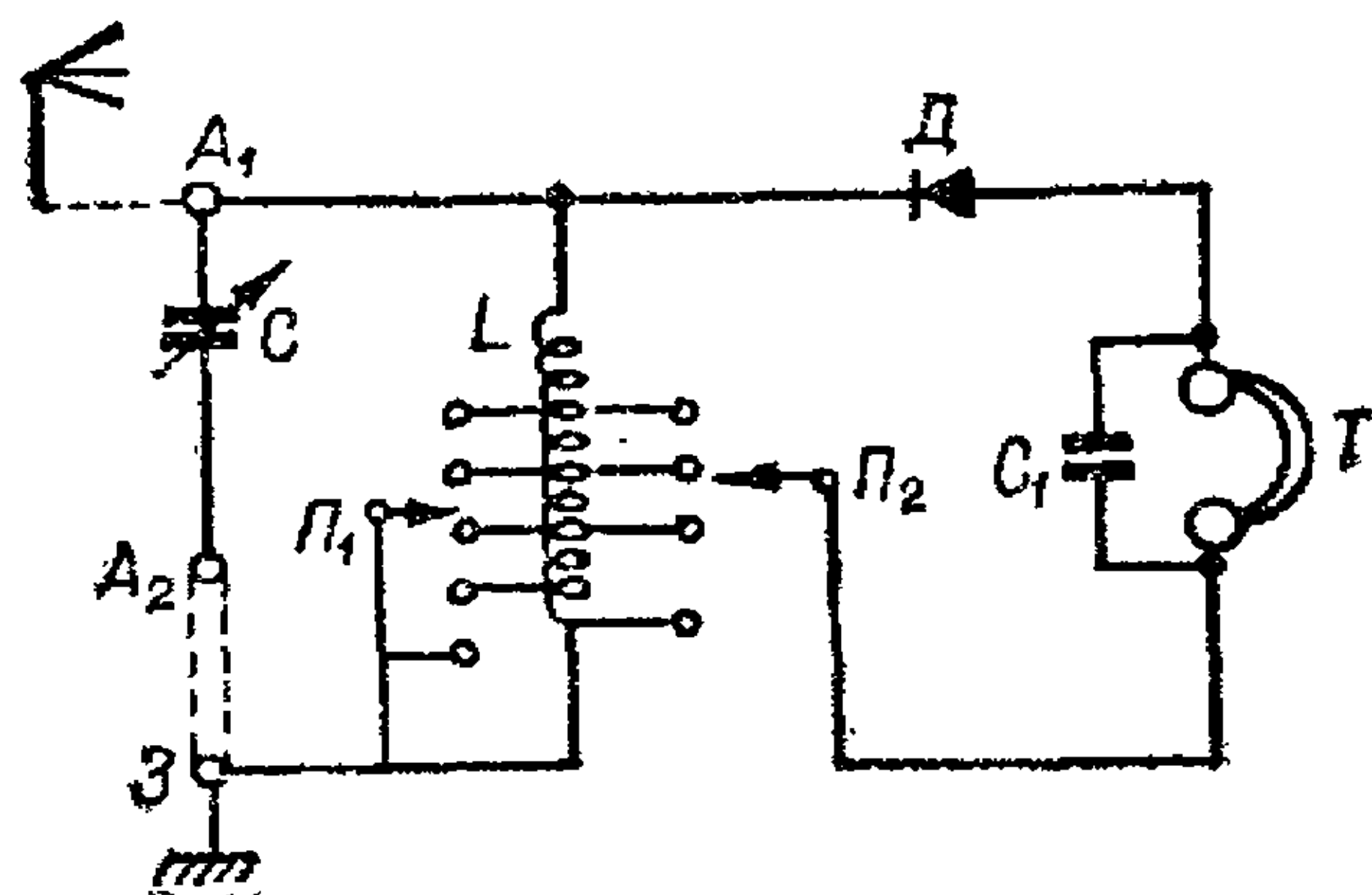


Рис. 50. Схема детекторного приемника с расширенным диапазоном принимаемых волн.

Индуктивная связь

Радиолюбителям, живущим в районе действия нескольких достаточно мощных станций, очень трудно осуществлять радиоприем без помех. В таких случаях целесообразно строить приемники с индуктивной связью (рис. 51).

Приемный контур этой схемы состоит из катушки L_1 и переменного конденсатора C , детекторный контур — из детектора D , телефона T с блокировочным конденсатором C_1 и катушки связи L_2 . Приближая или удаляя катушку L_1 от L_2 , можно изменять индуктивную связь, увеличивая ее при сближении катушек и уменьшая при удалении их друг от друга.

Настройка антенного контура ведется переменным конденсатором, который может быть включен по схеме длинных либо коротких волн. Чем дальше удалены катушка L_1 и L_2 друг от друга, т. е. чем меньше связь между ними, тем острее получается настройка приемника, но в то же время ослабляется слышимость. Практически выбирают такое расстояние между катушками, при котором меньше всего сказывается действие одновременно работающих станций и в то же время получается хорошая слышимость.

Катушка детекторного контура L_2 берется с большим числом витков проволоки, чем L_1 .

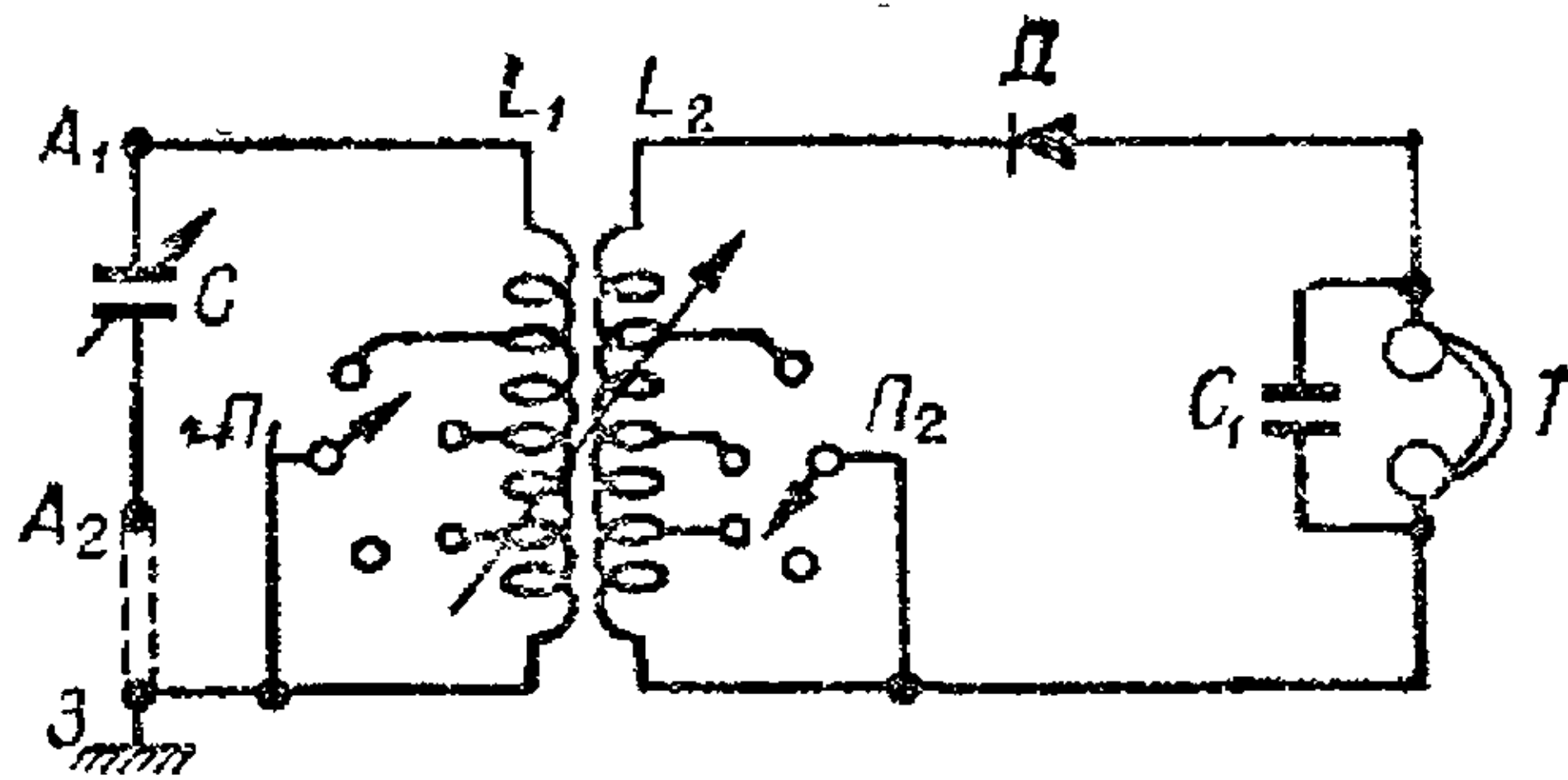


Рис. 51. Схема детекторного приемника с индуктивной связью.

Приемник с фильтром

В том случае, когда не удастся освободиться от мешающего действия какой-либо радиостанции, следует прибегнуть к так называемым фильтрам. Фильтр состоит из колебательного контура, т. е. катушки и переменного конденсатора, включенного между антенной и приемником.

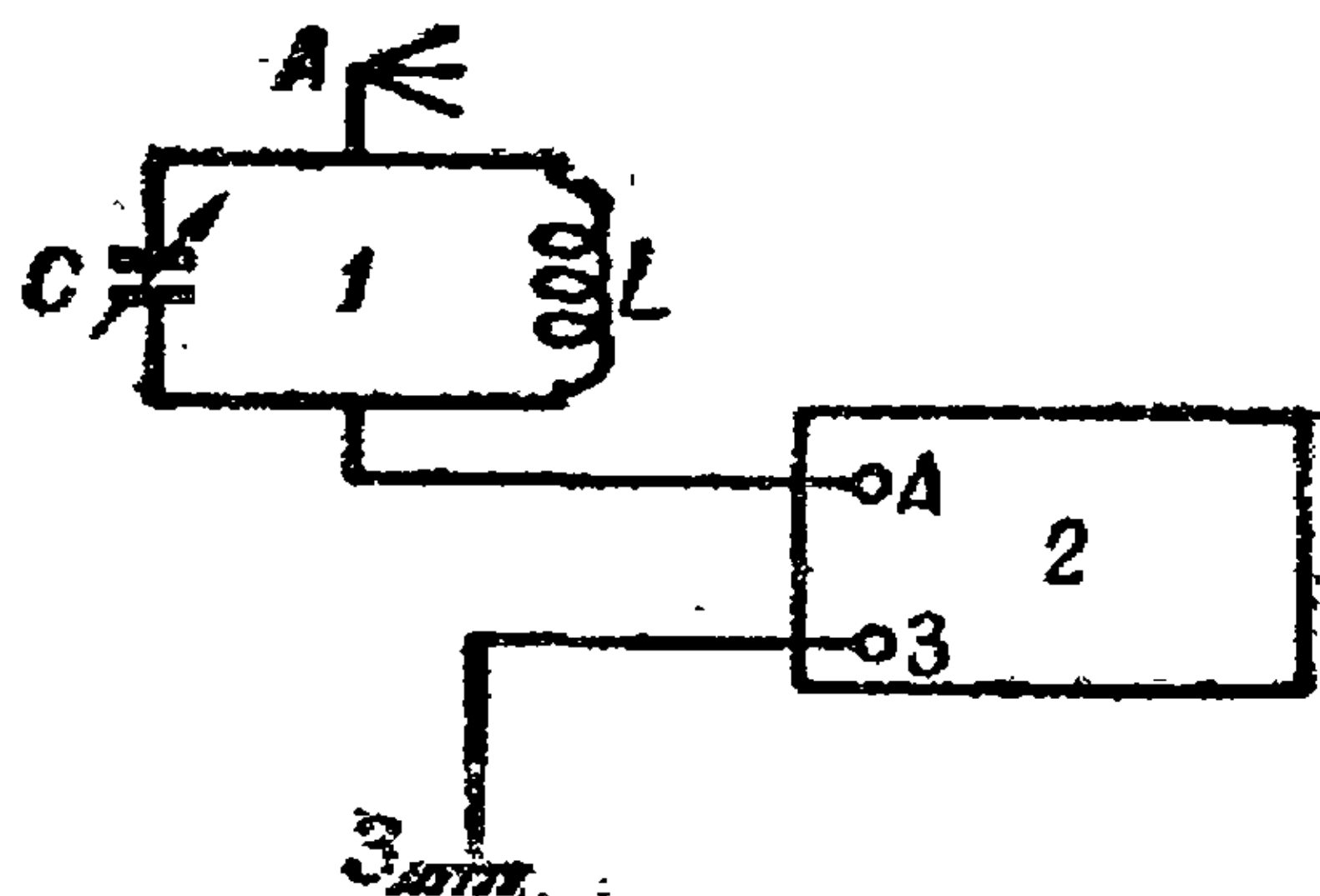


Рис. 52. Схема подключения фильтра к детекторному приемнику: 1 — фильтр; 2 — приемник.

На рис. 52 изображено подключение фильтра (катушка L и конденсатор C) к детекторному приемнику. Действие этого фильтра заключается в том, что он, будучи настроен на частоту мешающей радиостанции, не пропускает ее в приемник.

Фильтр можно применять к приемнику, собранному по любой схеме.

ДЕТЕКТОР

В детекторных приемниках для выделения из высокочастотных колебаний передаваемых сигналов применяют кристаллические детекторы. Кристаллические детекторы, применяемые радиолюбителями, бывают из минерала и металла или из двух разнородных кристаллов.

Действие детектора основано на особенном свойстве контакта между кристаллом и металлом или между двумя кристаллами детекторной пары. Это действие заключается в том, что сопротивление кон-

такта электрическому току одного направления значительно больше, чем тому же самому току, проходящему в противоположном направлении.

Обычно кристаллический детектор состоит из кристалла и металлической проволоочки, которая своим острием соприкасается с кристаллом, либо из двух взаимно соприкасающихся кристаллов.

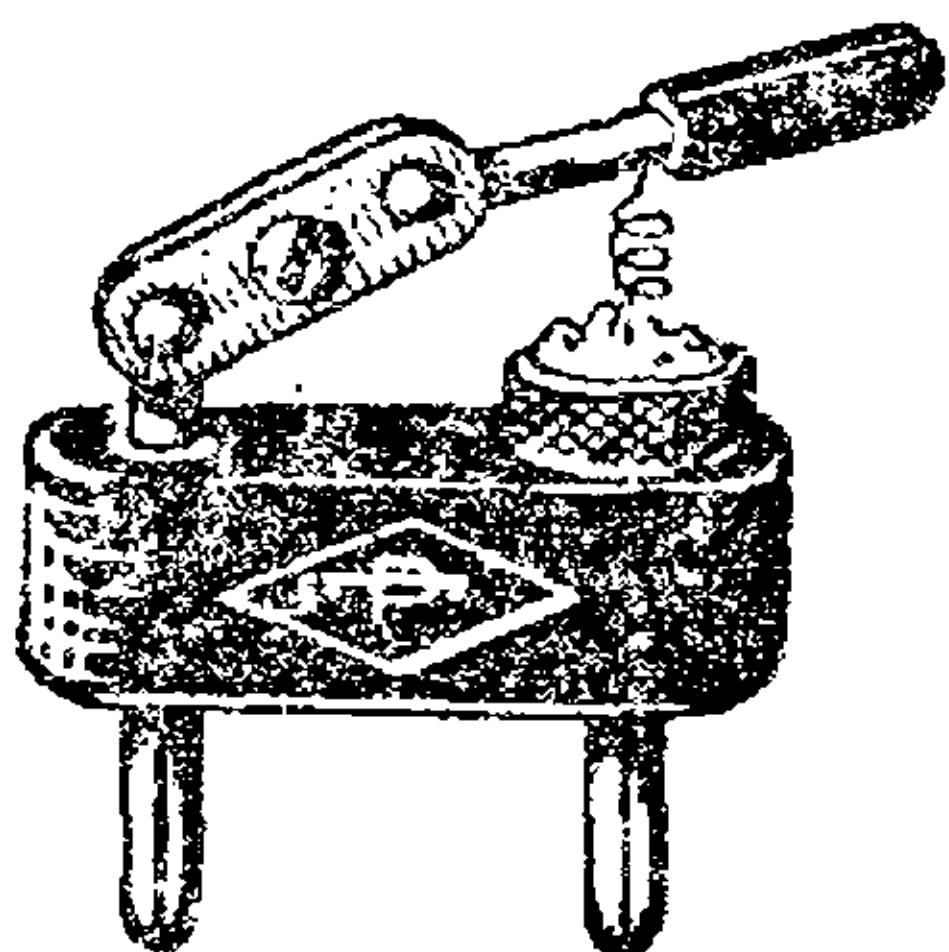


Рис. 53. Детектор.

В любительской практике наибольшее распространение получил детектор, изображенный на рис. 53. Он состоит из двух ножек, укрепленных на колодочке из изоляционного материала. Одна из ножек заканчивается чашечкой, в которую закрепляют или спаивают кристалл. К другой ножке на шарнире прикреплена металлическая планка с ручкой, снабженная проволоочной пружинкой. Такая конструкция дает возможность легко находить чувствительную точку на кристалле и по мере надобности изменять давление пружинки.

Для детектора применимы: свинцовый блеск (гален), молибденовый блеск, железный колчедан (пирит), медный колчедан (халькопирит), цинкит, силикон, карборунд и т. д.; металлы: медь, сталь, алюминий, серебро, золото.

Определение материала кристаллов по внешнему виду

Материал кристалла можно определить по внешнему виду, пользуясь следующими данными.

Название кристалла	Внешний вид
Свинцовый блеск (гален)	Тяжелый кристалл темносвинцового цвета с сильным металлическим блеском
Борнит	Кристалл синесерого цвета
Железный колчедан (пирит)	Кристалл желтосерого цвета с золотистым блеском
Медный колчедан (халькопирит)	Кристалл латунножелтого цвета с зеленоватым оттенком
Цинкит	Крохкий кристалл кровавокрасного цвета с алмазным блеском
Силикон	Кристалл стального цвета с металлическим блеском
Молибденовый блеск	Кристалл стального цвета с металлическим блеском; слоистое строение
Карборунд	Твердый кристалл, темнозеленого или темноголубого цвета

Детекторные пары

В приемниках обычно применяют следующие детекторные пары, дающие разную чувствительность.

Детекторная пара	Чувствительность
Цинкит — халькопирит	очень большая
Силикон — золото	” ”
Гален — графит	” ”
Цинкит — борнит	большая
Цинкит — медь	”
Гален — медь	”
Пирит — медь	”
Пирит — золото	”
Молибденовый блеск — серебро	средняя
Графит — сталь	ниже средней
Борнит — медь	” ”
Карборунд — сталь	” ”
Халькопирит — медь	очень малая

Недостатком большинства детекторов является их непостоянство в работе. От механических и электрических причин (например, от воздействия разрядов атмосферного электричества) они легко изменяют чувствительность детектирующего контакта. Кроме того, различные точки кристалла имеют различную чувствительность.

Наибольшее постоянство в работе дает карборундовый детектор, но к нему необходимо приложить некоторое постоянное напряжение от небольшой батарейки.

В последние годы для приема местных мощных станций часто применяют готовые фабричные детекторы, выпускаемые под различными названиями. К числу подобных детекторов относится, например, «Цвитектор», который по сути является жестко собранной парой, обладающей односторонней проводимостью.

Самодельные детекторные кристаллы

Гален (свинцовый блеск). Для изготовления галенового кристалла следует взять свинец (без примесей). Для этого удобно применять оболочку от телефонного кабеля, свинцовые трубы и т. д. Очистив свинец от окиси до блеска, его превращают при помощи драчeveго напильника в опилки. Четыре весовых части таких опилок смешивают с одной частью серного цвета. Полученную смесь (20—25 г) насыпают в пробирку и слегка постукивают по пробирке пальцем, чтобы смесь улеглась.

Пробирка должна быть из лабораторного (не зеленого) стекла; при подогревании она не лопнет. К ней приделывают ручку из проволоки и нагревают со смесью до тех пор, пока смесь не раскалится докрасна и расплавится. Раскаленную смесь снимают с примуса и, поставив в

вертикальное положение, ждут, пока не произойдет кристаллизация. Затем, положив пробирку минут на десять горизонтально, дают ей остыть, после чего пробирку разбивают и вынимают полученный кристалл.

Полученный таким путем кристалл рекомендуется разбить деревянным молотком на части, выбрав из них те, которые не очень мелкие, имеют в изломе блестящее кристаллическое строение и достаточно тверды.

Пирит. Для изготовления искусственного пирита хорошо зачищенную медную проволоку или листовую красную медь нарезают на возможно мелкие кусочки и погружают их в чашечку с расплавленной серой, снятой с огня. Сера и медь соединяются, и при этом вся масса может раскалиться докрасна. Через несколько минут содержимое чашки еще раз прогревают на пламени. Вынутые кристаллы полезно промыть в скипидаре, а затем в нашатырном спирте.

Уход за кристаллическими детекторами

Детекторные кристаллы нуждаются в бережном и внимательном обращении. Их нужно беречь от загрязнения, снижающего чувствительность детектора. Поэтому не следует брать кристалл пальцами, так как на них всегда имеются следы жира. Лучше всего брать кристалл пинцетом, либо обернув его в станиоль.

Периодически рекомендуется промывать кристалл чистым спиртом.

Кристалл закрепляют в чашечке детектора чистым куском станиоля или спаивают туда сплавом из 10,3 весовой части свинца, 10,4 весовой части висмута, 6,0 весовых частей олова и 4,5 весовой части кадмия. Температура плавления этого сплава $65,5^{\circ}$. Спаивают кристалл так, чтобы часть его была сверху открыта.

Металлы нужно плавить только в железной посуде. Расплавлять их следует в порядке, перечисленном в рецепте, причем следующий металл кладется только тогда, когда предыдущий полностью расплавился.

Чтобы избежать окисления во время плавки, в посуду бросают кусочки канифоли.

Чистым оловом или третником спаивать кристалл нельзя, так как при этом вследствие перегрева он портится.

Выбор телефона для детекторного приемника

Наиболее часто у любителей встречаются электромагнитные телефоны (наушники) с сопротивлением катушек в 1000 *ом* и более. Такие телефоны принято называть высокоомными.

Существуют и другие типы телефонов — низкоомные, катушки которых имеют сопротивление значительно меньшее (250 — 300 *ом*).

Низкоомные телефоны можно применять, когда в приемнике работает низкоомный детектор (например, карборунд — сталь). Но такие детекторы встречаются нечасто.

Наиболее часто встречающиеся галеновые детекторы имеют значительное сопротивление и требуют для себя высокоомный телефон.

Для детекторных приемников также применимы пьезотелефоны, в которых вместо магнитов и катушек использованы пьезоэлектрические кристаллы (например, кристаллы сегнетовой соли). Пьезотелефонные трубки можно применять в сочетании с детекторным приемником без всякой его переделки.

В некоторых случаях лучшие результаты могут получиться при отсоединении блокировочного конденсатора, который включен в большинстве детекторных приемников параллельно с телефонным гнездом. Иногда работу пьезотелефона удастся улучшить, включив в приемник вместо блокировочного конденсатора, сопротивление величиной от 0,1 до 0,5 мгом.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТЕКТОРНОГО ПРИЕМНИКА

Несложный в изготовлении детекторный приемник радиолюбителя позволяет принимать мощные радиовещательные станции, работающие на волнах от 200 до 2000 м. Для описываемого приемника рекомендуется наружная антенна высотой около 10 м и длиной горизонтальной части 20 — 35 м. Также необходимо устроить хорошее заземление.

Схема такого приемника приведена на рис. 54.

Основной частью приемника является катушка самоиндукции. Каркас катушки склеивается из картона (пресшпана). Каркас имеет цилиндрическую форму, диаметр его — около 72 мм и длина — около 120 мм. В качестве болванки для изготовления каркаса удобно пользоваться бутылкой, наружный диаметр которой около 70 мм.

Катушку наматывают медным проводом диаметром 0,2 — 0,3 мм с эмалевой изоляцией. Если провод имеет шелковую или бумажную изоляцию, каркас надо делать длиннее, так как иначе не уложится нужное число витков.

Обмотка катушки состоит из 240 витков, уложенных вплотную виток к витку в один слой. От обмотки катушки делается четыре отвода: первый — от 30-го витка, второй — от 70-го, третий — от 110-го и четвертый от 170-го витка.

Конденсатор переменной емкости C_2 рекомендуется взять с максимальной емкостью 550 — 650 см. Блокировочный конденсатор C_3 может быть взят емкостью 1000 — 2000 см. Антенный конденсатор C_1 имеет емкость 50 — 75 см.

Телефонные гнезда (6 штук) для присоединения антенны, земли, детектора и телефона, а также ползунков переключения диапазонов Π , могут быть изготовлены из полосок тонкой жести. В качестве контактов переключателя (5 штук) можно использовать шурупы с полукруглыми головками.

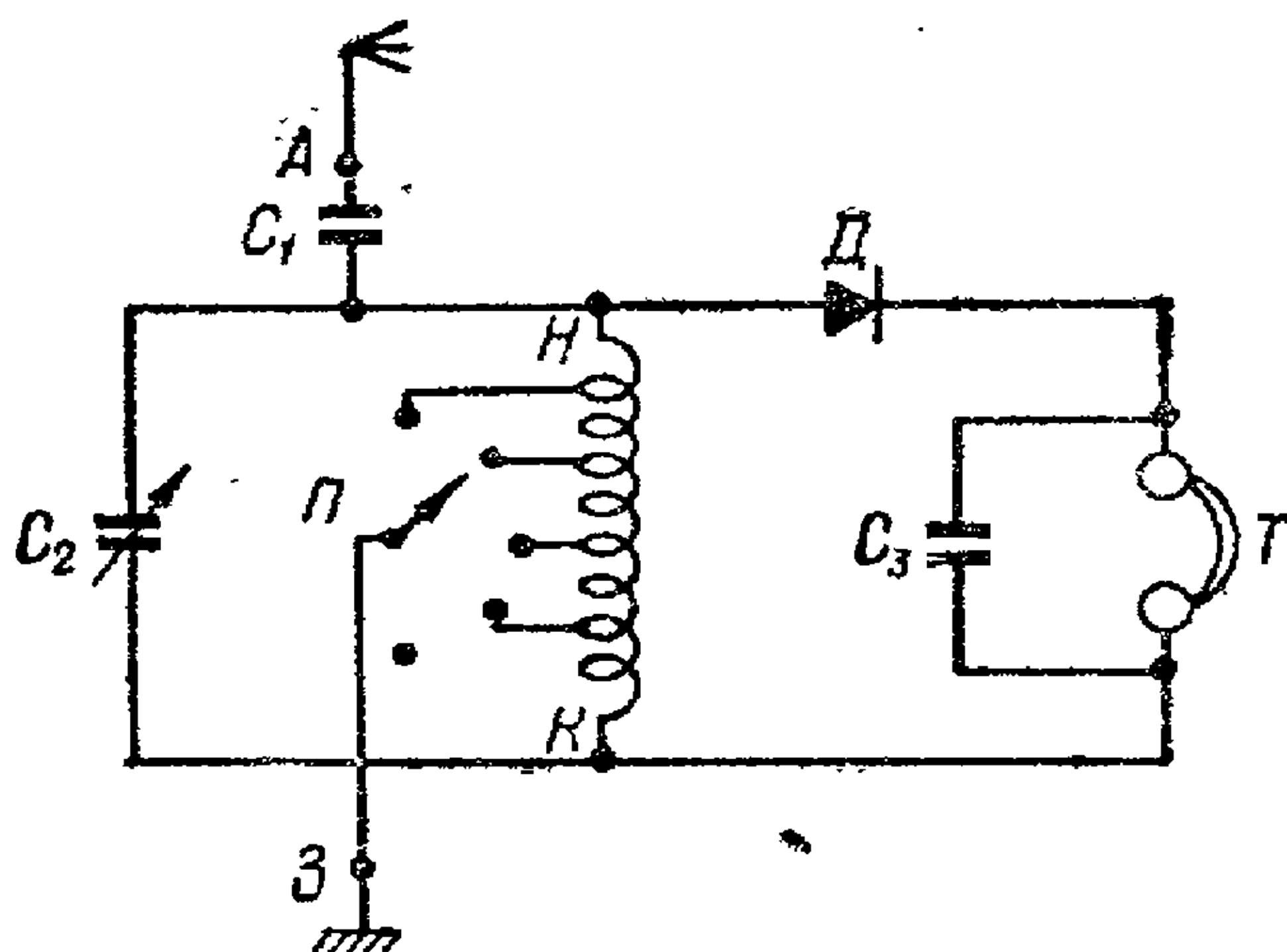


Рис. 54. Схема детекторного радиоприемника.

Приемник собирают на крышке ящика необходимых размеров. К внутренней стороне крышки крепят катушку, конденсатор переменной емкости и блокировочный конденсатор. Снаружи крышки устанавливают детектор, телефонные гнезда, гнезда для подключения антенны и заземления, ползунок (переключатель) и контакты переключателя.

Соединять детали между собой следует при помощи пайки, так как при простом скручивании проводов из-за неизбежного окисления металла с течением времени происходит нарушение контактов и работа приемника ухудшается или совсем прекращается.

Детектор для приемника может быть взят любого типа.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЛАМПЫ

ПАРАМЕТРЫ ПРИЕМНО-УСИЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМП

Триод (трехэлектродная лампа)

Электронные лампы характеризуются тремя основными параметрами: крутизной характеристики, коэффициентом усиления и внутренним сопротивлением.

Крутизна характеристики обозначается буквой S и показывает, на сколько изменится анодный ток лампы при изменении напряжения на управляющей сетке на 1 в. Выражается крутизна характеристики в миллиамперах на вольт ($ма/в$).

Чем резче, чем круче будет подниматься характеристика лампы, тем больше будет возрастет анодный ток при увеличении сеточного напряжения на 1 в, тем больше, следовательно, будет крутизна характеристики.

При определении крутизны характеристики исходят из прямолинейной ее части, так как только на этом участке крутизна является постоянной.

Из ламп, знакомых радиолюбителям, лампа УО-186 обладает наибольшей по сравнению с другими лампами крутизной характеристики (до 4 $ма/в$). Некоторые современные лампы имеют крутизну до 8 $ма/в$ и более.

Крутизна характеристики лампы зависит в основном от ее внутреннего устройства.

Коэффициент усиления обозначается греческой буквой μ и показывает, какому числу вольт анодного напряжения равноценен по своему воздействию на ток анода один вольт напряжения на сетке.

Добиться увеличения анодного тока можно увеличением напряжения на аноде или изменением напряжения на сетке. При этом незначительные изменения напряжения на сетке лампы вызывают значительно большее изменение анодного тока, чем изменение напряжения на аноде (на столько же вольт).

Отношение изменения анодного напряжения к изменению сеточного напряжения, при котором происходит одинаковое изменение анодного тока, и есть коэффициент усиления лампы.

Величина, обратная коэффициенту усиления, называется проиццаяестью и обозначается буквой D , т. е. $D = \frac{1}{\mu}$.

Внутреннее сопротивление обозначается буквой R_i и представляет собой отношение изменения анодного напряжения к вызванному им изменению анодного тока при неизменном сеточном напряжении.

Между рассмотренными тремя важнейшими параметрами существует вполне определенная зависимость, которая математически выражается так:

$$\frac{SR_i}{\mu} = 1 \quad \text{или} \quad SR_i D = 1. \quad (10,1)$$

Такого рода зависимость принято называть внутренним уравнением лампы.

Пользуясь этой основной формулой внутреннего уравнения лампы, нетрудно определить какой-либо из трех параметров лампы, если нам известны два других:

$$S = \frac{\mu}{R_i}; \quad (10,2)$$

$$\mu = SR_i; \quad (10,3)$$

$$R_i = \frac{\mu}{S}. \quad (10,4)$$

Все эти параметры определяют тот эффект усиления, который может дать лампа в определенных условиях.

Тетрод (четырёхэлектродная лампа)

Тетрод часто называют экранированной лампой. Тетрод имеет катод, анод и две сетки, из которых первая (ближайшая к катоду) является обычно управляющей сеткой.

Вторая сетка, ближайшая к аноду, называется экранирующей. Ее назначение — устранить электростатическое взаимодействие между анодом и управляющей сеткой. На экранирующую сетку во время работы лампы подается постоянное положительное напряжение. Переменный потенциал на экранирующей сетке всегда должен быть равен нулю; для этого сетку соединяют с катодом через емкость.

Экранированные лампы отличаются от триодов тем, что они имеют большой коэффициент усиления, очень малую емкость анод — управляющая сетка и очень большое внутреннее сопротивление.

Лампы с переменной крутизной («варимю»)

Современный приемник обычно рассчитан на прием станций разных мощностей, отстоящих от места приема на различные расстояния.

Чувствительность приемника рассчитывается так, чтобы дать возможность принимать наиболее отдаленные станции, создающие на входе приемника ничтожное напряжение, измеряемое микровольтами.

Следовательно, такой приемник должен давать большое усиление по высокой частоте. При приеме на этот же приемник местных или близлежащих станций, создающих на входе его сравнительно большое напряжение, необходимо принять меры к тому, чтобы приемник и его отдельные элементы не перегружались и чтобы не появились связанные с перегрузкой искажения.

Для получения чистого, неискаженного приема местных станций нужно уменьшить усиление по высокой частоте до детектора, подавая отрицательный потенциал на сетки ламп. С увеличением отрицательного смещения на сетке ламп высокой частоты ухудшаются их параметры, следовательно, падает усиление. При этом работа будет происходить уже на криволинейном участке характеристики, в связи с чем возникают искажения сигналов.

Для устранения этого применяются лампы с характеристикой особого вида, так называемые лампы «варимю». Их характеристика (рис. 55) при малых отрицательных смещениях на управляющей сетке обладает большой крутизной, а коэффициент усиления при этом достигает максимального значения. С увеличением же отрицательного смещения крутизна характеристики и коэффициент усиления ламп уменьшаются, причем нижняя часть характеристики образует довольно длинный и почти прямолинейный «хвост».

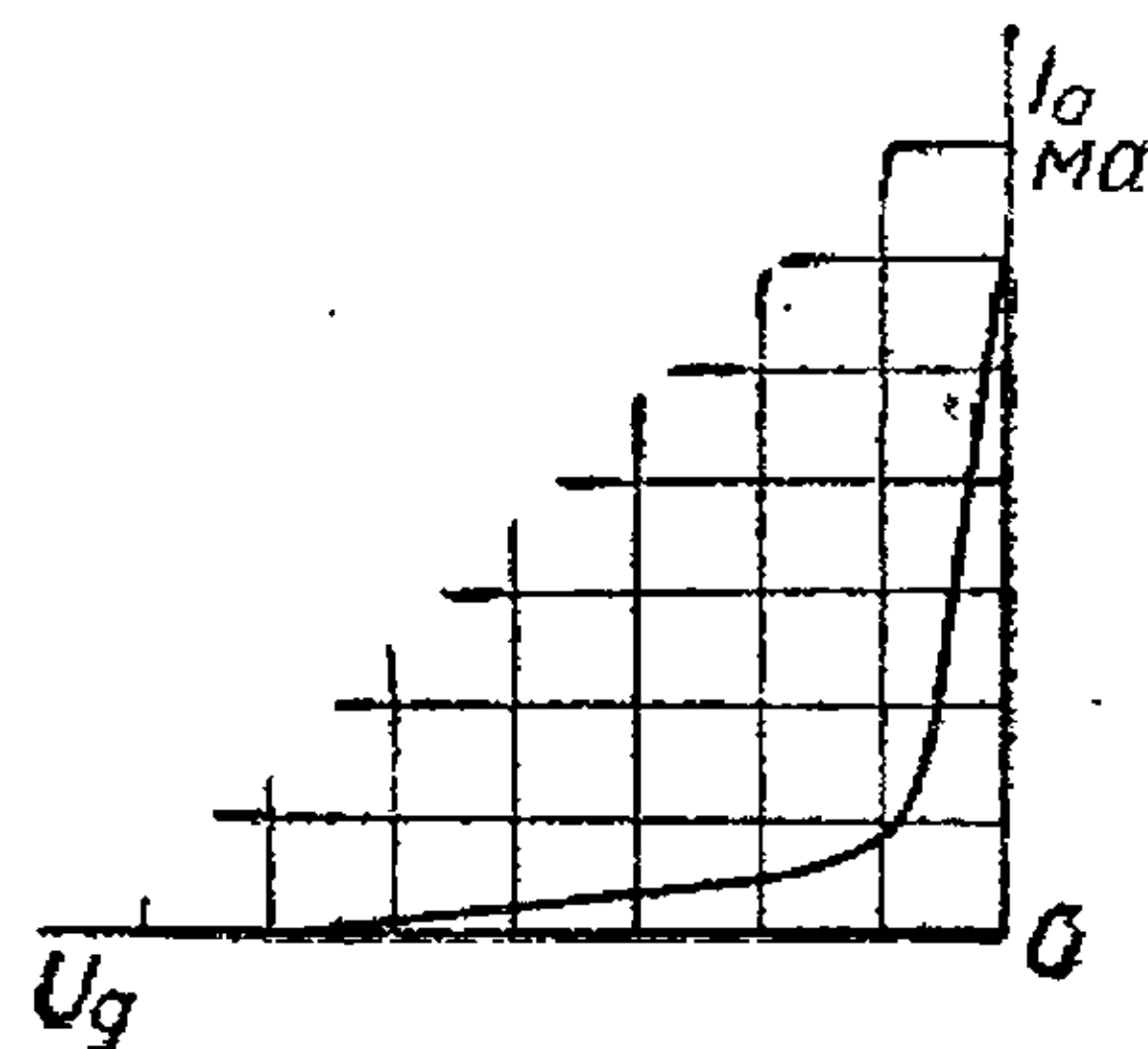


Рис. 55. Часть характеристики ламп «варимю».

В этой части крутизна характеристики очень мала, и сигнал большой силы, подведенный к сетке, будет усиливаться уже незначительно и не вызовет перегрузки и искажений в последующих каскадах приемника.

Такая форма характеристики достигается особой конструкцией сетки лампы.

В последние годы лампы «варимю» получили чрезвычайно широкое распространение и почти вытеснили в усилителях экранированные лампы с обычной характеристикой, так как применение ламп «варимю» дает значительно большие возможности, особенно при автоматической регулировке силы приема.

Пентод (пятиэлектродная лампа)

Пентод имеет пять электродов: катод, анод и три сетки. Первая сетка, ближайшая к катоду, является управляющей сеткой; вторая — экранирующая; третья — ближайшая к аноду — предназначена уничтожать динаatronный эффект в цепи анода и поэтому называется антидинаatronной, или защитной, сеткой. Обычно эта сетка внутри баллона лампы соединена с катодом.

Практически пентодами называют только те трехсеточные лампы, у которых третья сетка внутри самой колбы соединена с катодом.

В настоящее время часто выпускаются трехсеточные лампы, имеющие самостоятельный вывод для третьей сетки. Являясь формально (по стандарту) пентодами, эти лампы могут иметь другие характеристики, поэтому их принято называть трехсеточными лампами, а не пентодами.

Гексод (шестиэлектродная лампа)

Гексод имеет катод, анод и четыре сетки. Управляющей сеткой является ближайшая к катоду.

Гексоды относятся к категории сложных многоэлектродных ламп, предназначенных к использованию в приемниках суперного типа.

Существуют отдельные типы ламп — гексоды-варимю, рассчитанные на применение в приемнике с автоматической регулировкой силы приема.

Если с обычными лампами «варимю» при увеличении смещения можно достигнуть регулировки усиления в 200 — 300 раз, то с гексодом удается получить изменения усиления в несколько тысяч раз при меньшей величине смещения. Максимальное усиление гексод дает то же, что и хорошая экранированная лампа или высокочастотный пентод.

Гептод (семиэлектродная лампа)

Почти одновременно с гексодом появилась лампа, сконструированная специально для преобразования частоты в супергетеродинном приемнике и имеющая семь электродов: катод, пять сеток и анод. Эту лампу часто называют пентагридом (пятисетка).

Гептод представляет как бы комбинацию из двух ламп, соединенных последовательно: триода и тетрода. Одна от другой эти лампы отделены экранной сеткой и связаны только общим электронным потоком, излучаемым катодом.

Октод (восьмиэлектродная лампа)

Октод — еще более совершенная, чем гептод, лампа для преобразования частоты. В ней, кроме катода и анода, имеется уже шесть сеток. Октод представляет соединение триода с высокочастотным пентодом.

Рабочий процесс в октоде остается таким же, как и в гептоде, но в отношении использования лампы прибавляются все преимущества, которыми обладает высокочастотный пентод перед экранированной лампой.

Лучевые лампы

Непрерывное совершенствование оконечных ламп привело к разработке так называемых лучевых оконечных ламп. Эти лампы обычно четырехэлектродные. За счет специальной конструкции и размещения электродов внутри баллона устраняется диатронный эффект. Лучевые лампы обладают весьма высоким коэффициентом полезного действия и отдают значительные мощности. Например, отечественный лучевой тетрод 6Л6 в одноконтурной схеме при анодном напряжении 250 в отдает до 6,5 вт, а при повышении анодного напряжения до 375 в — до 11 вт.

Оптический индикатор настройки

В последнее время широкое применение нашли оптические индикаторы настройки, работающие значительно лучше и эффективнее, чем другие индикаторы (механические, неоновые и т. п.), применявшиеся ранее.

По внешнему виду индикатор не отличается от обычной стеклянной усилительной лампы и представляет комбинацию триода со светящимся экраном, помещенным в верхней части лампы.

Катод проходит сквозь всю лампу; нижняя часть его используется в триоде, верхняя — служит источником электронов, которые бомбардируют экран, покрытый флюоресцирующим слоем. Этот экран находится под положительным потенциалом и потому притягивает к себе электроны, удары которых заставляют его светиться зеленым светом.

Когда электроны летят на поверхность экрана, он светится и напоминает глаз, зрачком которого как бы является колпачок, прикрывающий сверху катод.

Во время работы индикатора на некотором участке экрана образуется как бы электрическая тень. Электроны на эту часть экрана не попадают, и она остается темной.

Минимальная ширина тени указывает на точную настройку приемника.

Такой индикатор сравнительно просто включается в схему, работает очень устойчиво и облегчает настройку приемника. Радиолюбители часто называют его «магическим глазом».

ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИОЛАМП

Назначение всякого рода характеристик сводится к тому, чтобы при их помощи выбрать наиболее выгодный режим работы лампы, который более всего удовлетворяет поставленным при данной разработке условиям, и рассчитать отдельные усилительные каскады и приемное или передающее устройство в целом.

Ламповые характеристики бывают двух основных видов: сеточные и анодные.

Сеточная характеристика лампы представляет собой кривую линию, графически изображающую изменение анодного тока при изменении напряжения на сетке лампы, при неизменных напряжениях на аноде и нити лампы.

Обычно на каждой сеточной характеристике нанесено две или три кривые, характеризующие изменение анодного тока лампы при различных анодных напряжениях. Такая группа сеточных характеристик называется семейством сеточных характеристик и позволяет графически определить параметры лампы и рациональный режим ее работы.

На рис. 56 приведено семейство сеточных характеристик лампы 6Ф5 для трех анодных напряжений (150; 200 и 250 в).

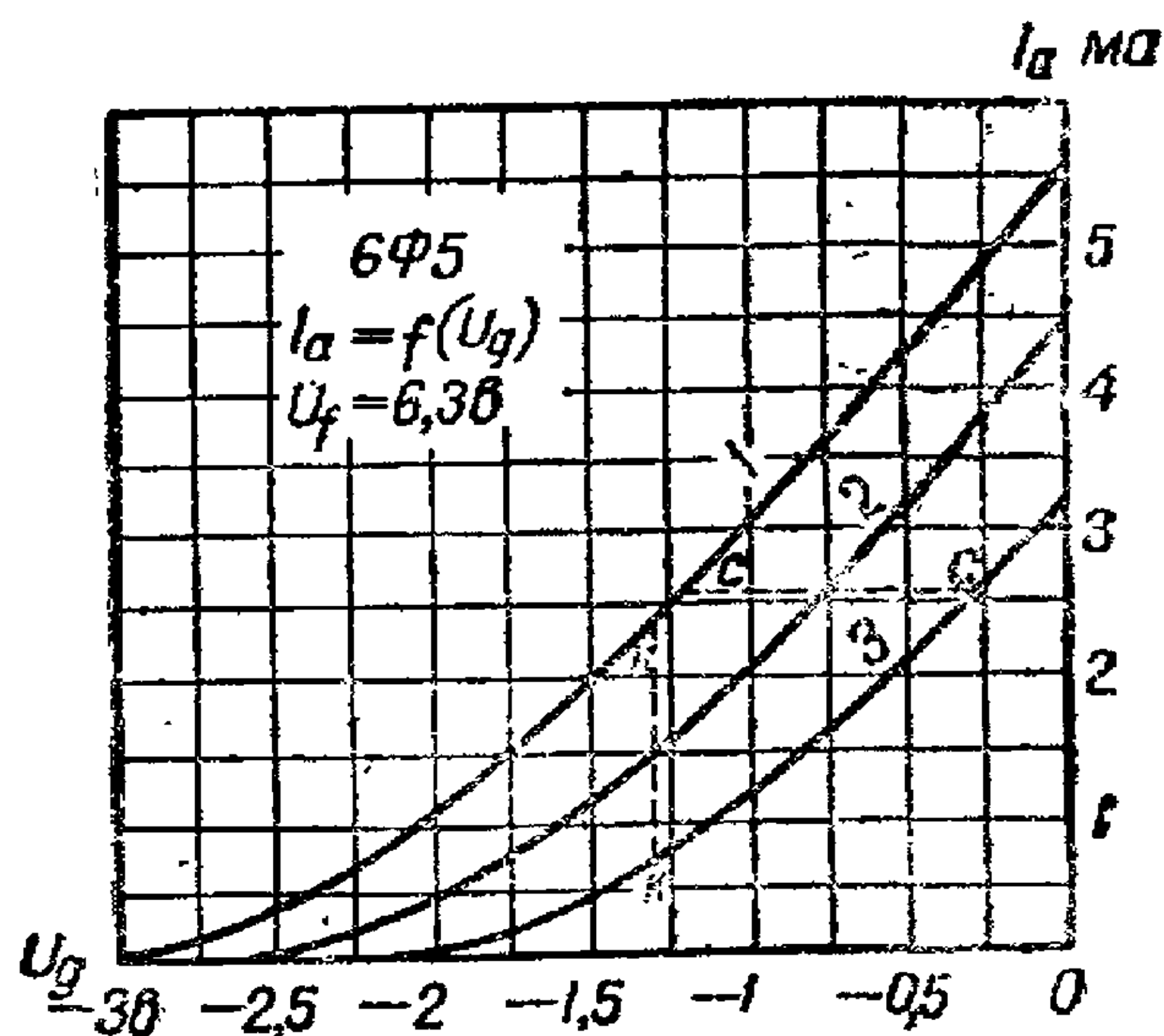


Рис. 56. Семейство сеточных характеристик лампы 6Ф5: 1—для $U_a = 250\text{ в}$; 2—для $U_a = 200\text{ в}$; 3—для $U_a = 150\text{ в}$.

Из одной характеристики подобного типа можно определить крутизну S , вычислив, какой прирост анодного тока получается при изменении сеточного напряжения на 1 в. В данном случае крутизна равняется 1,5 ма/в.

Коэффициент усиления μ определяют по двум соседним характеристикам. Для этого между ними в исследуемом участке проводится горизонтальная линия (cc) и из точек пересечения этой линии с обеими характеристиками определяется коэффициент усиления как частное от деления прироста анодного напряжения на изменение сеточного напряжения, скомпенсировавшего его.

На нашем чертеже линия cc пересекает характеристики при $U_a = 250$ и 150 в. Следовательно, прирост анодного напряжения составляет

$$250 - 150 = 100 \text{ в.}$$

Точки пересечения линии cc с обеими характеристиками соответствуют сеточным напряжениям в 1,25 и 0,25 в. Значит, изменение сеточного напряжения составляет

$$1,25 - 0,25 = 1 \text{ в.}$$

Определив по характеристике эти величины, легко найти коэффициент усиления лампы

$$\mu = \frac{100}{1} = 100.$$

Внутреннее сопротивление находится из характеристик при помощи вертикальной секущей линии (линия kk).

В нашем примере, проведя линию kk , можно подсчитать, что приращению анодного напряжения в 100 в соответствует приращение анодного тока в 1,5 ма. Зная это, легко подсчитать внутреннее сопротивление:

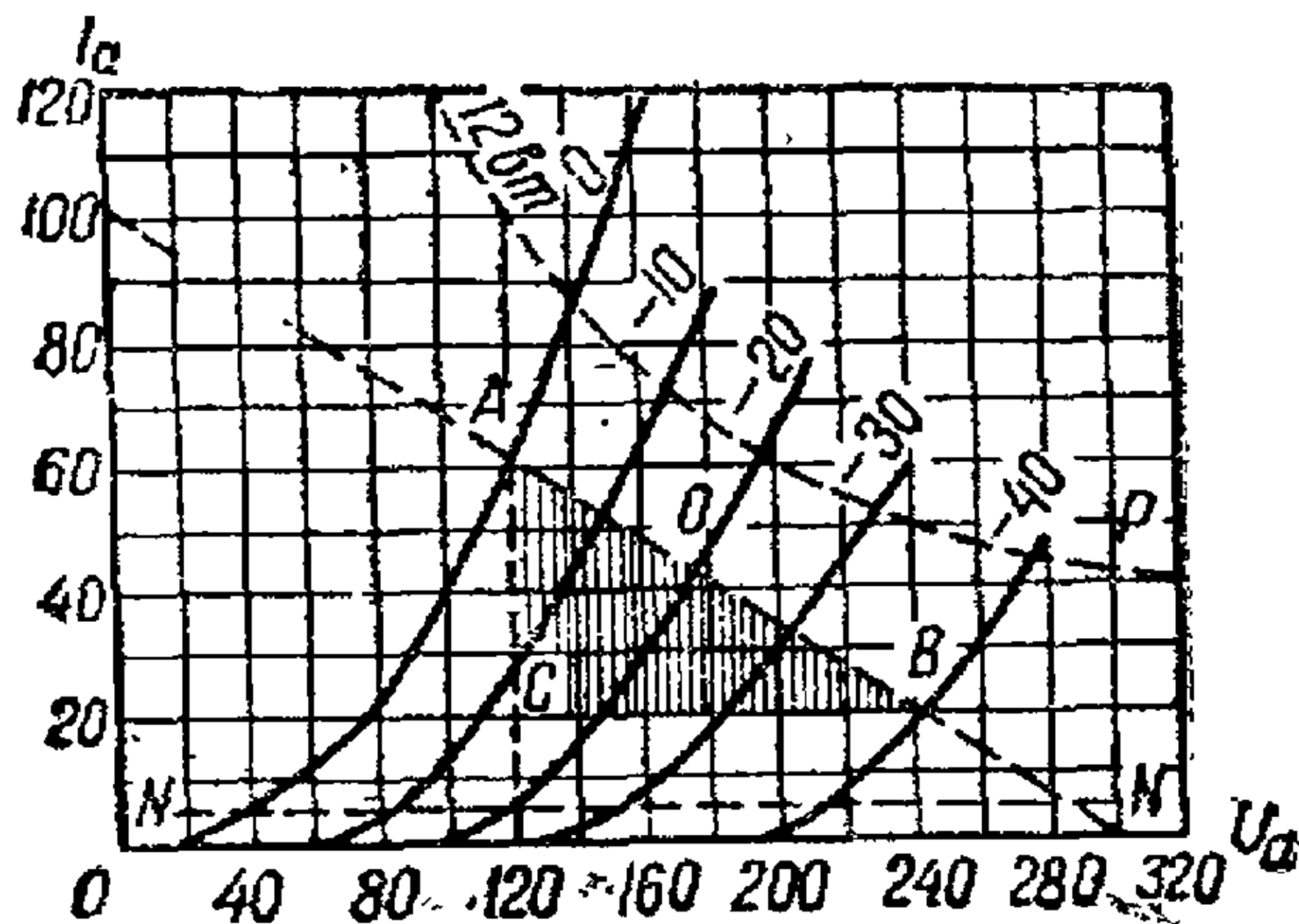


Рис. 57. Семейство анодных характеристик лампы УО-104.

$$R_i = \frac{100}{1,5 \cdot 10^{-3}} \approx 66000 \text{ ом.}$$

Точность вычисления параметра в значительной мере зависит от того, как правильно будут произведены отсчеты по характеристике.

Анодные характеристики очень удобны при расчетах усилительных устройств, особенно при расчетах выходного каскада. Этот тип характеристик сразу же дает наглядное представление о допустимых напряжениях раскачки на управляющей сетке, позволяет быстро подсчитать отдаваемую лампой мощность, условия максимальной отдачи и т. п.

Графически анодная характеристика — это кривая, показывающая зависимость анодного тока от анодного напряжения при неизменном напряжении на сетке.

На рис. 57 дано семейство анодных характеристик знакомой радиолюбителям лампы УО-104. В данном случае характеристики вычерчены через каждые 10 в сеточного напряжения.

Далее на характеристике проводятся две ограничительные линии. Линия P вычерчивается на основе допустимого максимального рассеивания на аноде. Для лампы УО-104 эта мощность обычно определяется в 12 вт. По формуле мощности $P = UI$ находят токи, соответствующие различным напряжениям, и по отдельным точкам вычерчивают гиперболу, представляющую собой границу допустимых мощностей рассеивания.

Линия MN является линией минимального анодного тока, ниже которого изменения анодного тока, несмотря на соответствующий минус на сетке, очень медленно подходят к нулю из-за конструктивных несовершенств лампы.

Через выбранную рабочую точку O проводится рабочая линия AOB под таким наклоном, который отсекает на осях координат значения тока и напряжения, соответствующие сопротивлению нагрузки лампы. На нашем рисунке линия AOB при продолжении пересекает оси координат в точках, соответствующих 300 в и 100 ма, что и дает значение сопротивления для данной линии AOB в $\frac{300}{0,1} = 3000$ ом.

Величина рабочего участка определяется размахом колебаний сеточных напряжений. На нашем рисунке рабочей точкой взято напряжение — 20 в. Колебания допущены между $U_g = 0$ и $U_g = 40$ в. Четвертая часть площади треугольника ABC , ограниченного линией сопротивлений и линиями, параллельными осям координат и проведенными через точки A и B (точки, соответствующие максимальным и минимальным напряжениям на сетке или анодным токам), представляет собой мощность, отдаваемую лампой во внешнюю цепь. Максимум отдаваемой мощности можно подобрать по графику, пробуя вписать прямоугольный треугольник максимальной площади, помещающийся в пределах указанной выше площади рабочего режима. Рабочий треугольник ABC сразу дает значение среднего, максимального и минимального анодных токов, по которым легко находится отдаваемая мощность.

Параметры лампы по анодным характеристикам находят так.

Наклон характеристик дает обратную величину внутреннего сопротивления лампы. Таким образом, весьма важную при работе усилительных (главным образом, оконечных) ламп величину — внутреннее сопротивление — находят по анодной характеристике таким же порядком, как определяют крутизну по характеристике сеточной зависимости.

Коэффициент усиления лампы определяют пересечением горизонтальной линией двух соседних характеристик. Коэффициент усиления находят делением величины изменения анодных напряжений, соответствующих выбранным точкам пересечения, на разность сеточных напряжений, для которых вычерчены эти соседние характеристики.

Крутизну лампы находят при пересечении двух соседних характеристик вертикальной линией, соответствующей неизменному анодному напряжению. Деление изменения сеточных напряжений на изменения анодных токов, соответствующих точкам пересечения, дает величину крутизны лампы.

Зависимость параметров лампы от режима

Приводимые ниже в таблицах и характеристиках параметры являются некоторыми средними для данного типа ламп. На практике, однако, параметры лампы могут меняться в зависимости от действующих напряжений на аноде и сетках. У триодов при увеличении напряжения смещения на сетке уменьшается крутизна и соответственно увеличивается сопротивление лампы. Коэффициент усиления почти не изменяется. На рис. 58 показан характер изменения параметров лампы 6Ф5 при изменениях величины смещения на сетке, а на рис. 59 приведено изменение этих же параметров при изменениях анодного напряжения.

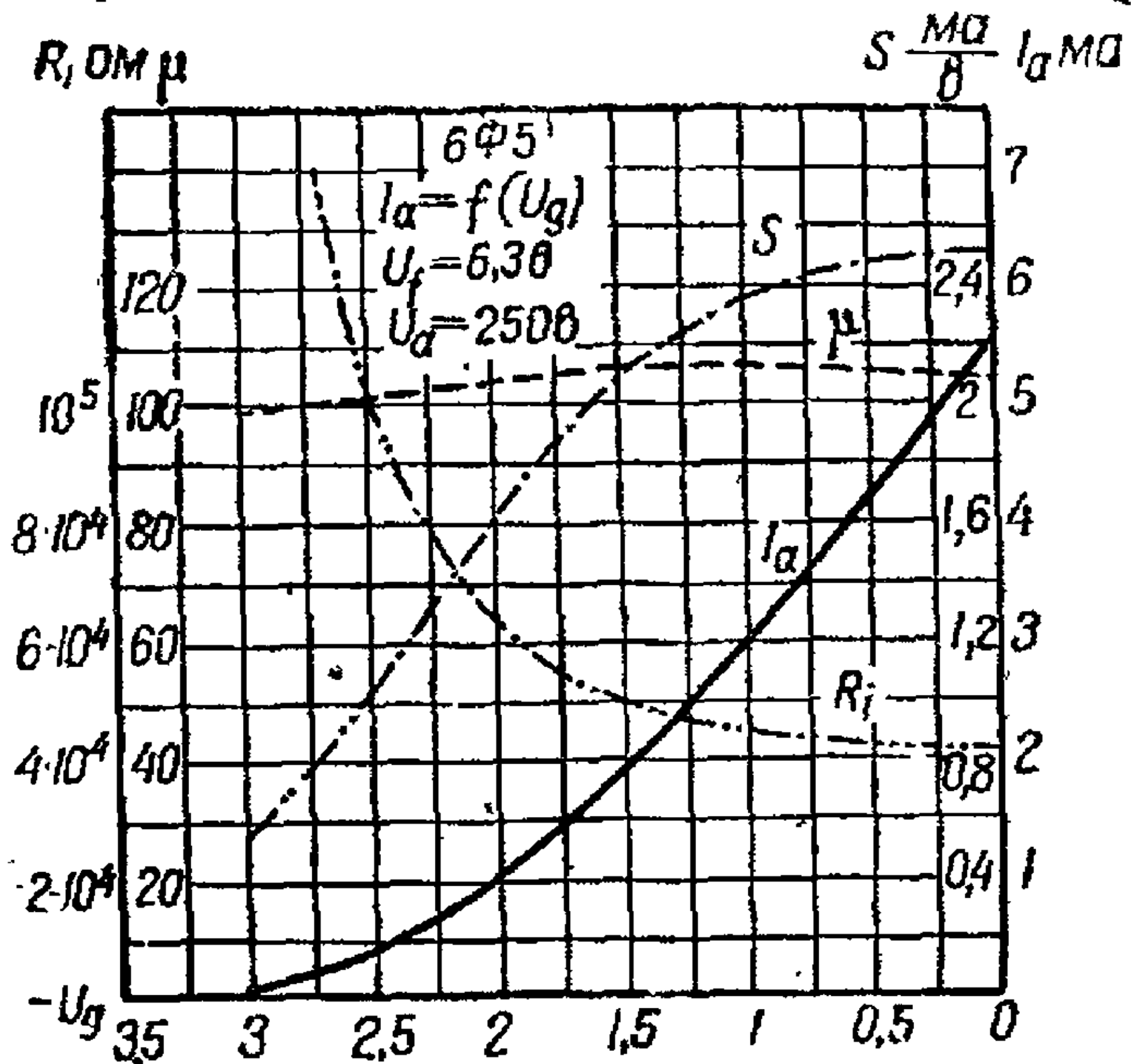


Рис. 58. Характер изменения параметров лампы 6Ф5 при изменениях величины смещения на сетке.

чение напряжения на управляющей сетке, но и напряжение на экранирующей сетке. При уменьшении напряжения на экранирующей сетке уменьшается крутизна и увеличиваются коэффициент усиления и внутреннее сопротивление. Практически нормальным напряжением на экранирующей сетке считается напряжение, равное от $1/2$ до $1/3$ анодного напряжения.

ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМП

По системе обозначений, принятой для отечественных приемно-усилительных радиоламп, в обозначение каждой лампы входят: цифра, округленно показывающая напряжение накала лампы; условная буква, опре-

ются некоторыми средними для данного типа ламп. На практике, однако, параметры лампы могут меняться в зависимости от действующих напряжений на аноде и сетках. У триодов при увеличении напряжения смещения на сетке уменьшается крутизна и соответственно увеличивается сопротивление лампы. Коэффициент усиления почти не изменяется. На рис. 58 показан характер изменения параметров лампы 6Ф5 при изменениях величины смещения на сетке, а на рис. 59 приведено изменение этих же параметров при изменениях анодного напряжения.

У тетродов (экранированных ламп) на величины параметров влияет не только зна-

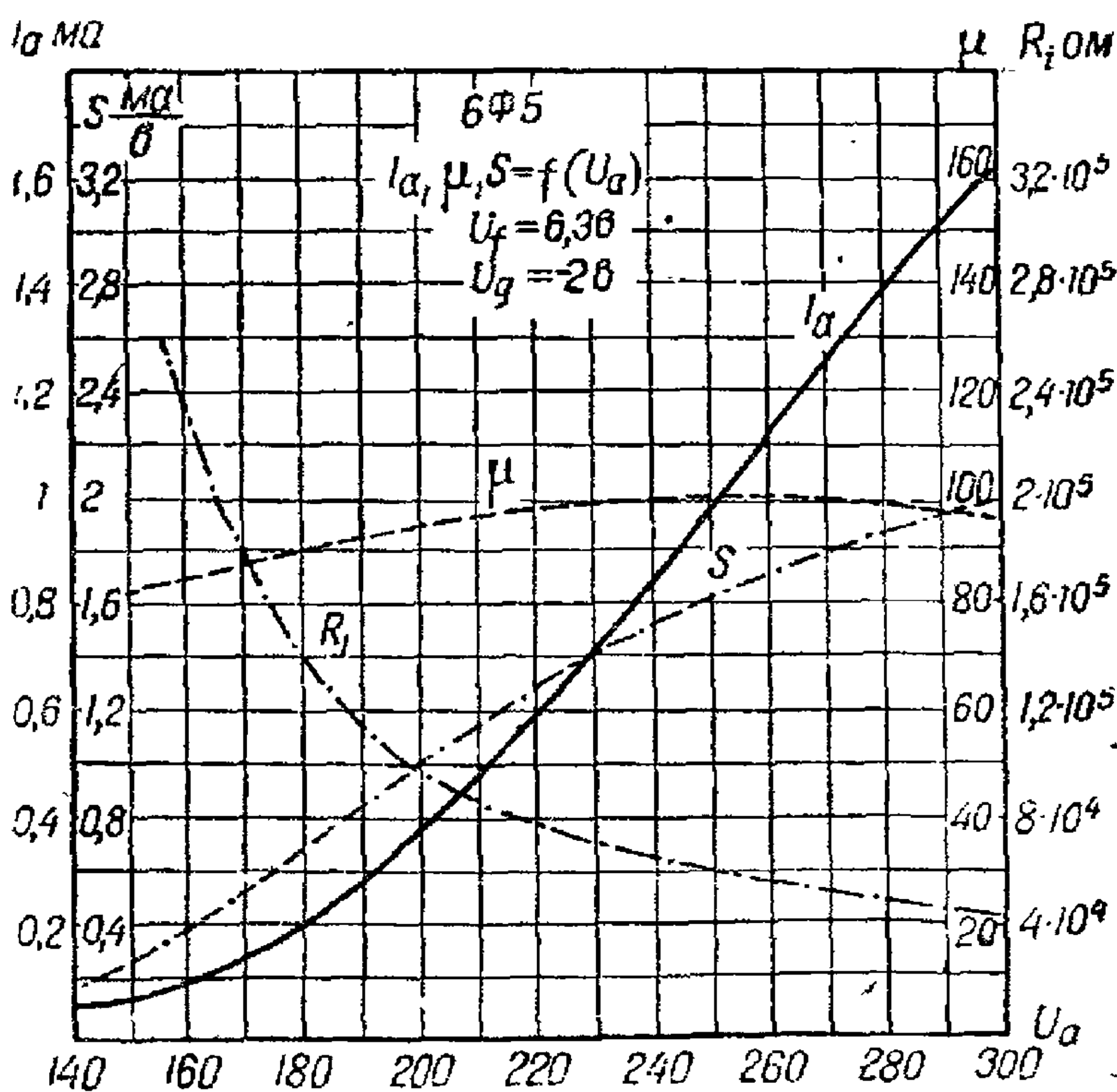


Рис. 59. Характер изменения параметров лампы 6Ф5 при изменениях анодного напряжения.

деляющая тип лампы (диод, триод и т. д.); цифра за буквой—порядковый номер разработки лампы.

Кроме этих трех знаков, в обозначении лампы можно часто встретить еще дополнительную букву в конце, которая объясняет характер внешнего оформления лампы: М — стеклянная малогабаритная лампа; С — стеклянная лампа обычных размеров; Ж — лампа «жолудь»; П — лампа «пальчиковая». Если дополнительные буквы отсутствуют — это означает, что лампа металлическая.

Система обозначений отечественных приемно-усилительных радиоламп

Тип лампы	Условное обозначение
Гептод-преобразователь	А
Пентод для усиления напряжения высокой частоты с двойным диодом	Б
Триод с высоким усилением с двойным диодом	Г
Триод-гексод	Д
Электронный индикатор настройки	Е
Пентод для усиления напряжения высокой частоты	Ж
Пентод „варимю“ для усиления и напряжения высокой частоты	К
Гептод-смеситель	Л
Триод оконечный двойной	Н
Пентод оконечный, тетрод оконечный лучевой	П
Триод со средним усилением, с двойным диодом	Р
Триод со средним усилением	С
Триод оконечный	У
Триод с высоким усилением	Ф
Диод двойной детекторный	Х
Кенотрон маломощный	Ц

На металлические лампы, выпускаемые нашей электровакуумной промышленностью, приведенная система обозначений не распространяется. Для ламп металлической серии в свое время была принята система обозначений, где первая цифра показывает округленное значе-

ние напряжения накала, буква обозначает лампу по заводской номенклатуре и вторая цифра указывает на количество электродов в лампе.

Приемно-усилительные радиолампы (батареиные и сетевые), выпускаемые нашей электровакуумной промышленностью, можно подразделить на следующие основные группы:

1. Лампы 2 в батарейной серии, включающей лампы обычного стеклянного и малогабаритного оформления.
2. Лампы 4 в батарейной серии обычного стеклянного оформления.
3. Лампы 4 в серии для переменного тока.
4. Лампы 6,3 в серии для переменного тока.
5. Лампы с повышенным напряжением накала (0,3 а серия).
6. Выпрямительные лампы (кенотроны).

Основными сериями ламп в настоящее время считаются: для батарейной аппаратуры — лампы 2 в батарейной серии малогабаритного оформления; для сетевой аппаратуры — лампы 6,3 в серии для переменного тока; для устройств с питанием от сети постоянного — переменного тока применяются лампы с повышенным напряжением накала (0,3 а серии) вместе с лампами 6,3 в серии.

Лампы 4 в и 2 в батарейных серий (кроме малогабаритных) считаются устаревшими и встречаются в настоящее время только в аппаратуре старых выпусков.

НЕКОТОРЫЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТИПЫ ЛАМП

«Жолуди»

Для непосредственного усиления в диапазоне ультракоротких и дециметровых волн наша промышленность выпускает специальные миниатюрные лампы, называемые «жолудями».

Для уменьшения междуэлектродных емкостей в лампе у «жолудей» отсутствует цоколь обычного типа и все выводы от электродов пропущены непосредственно через стеклянный баллон лампы.

Полная высота лампы «жолудь» — 35 — 45 мм, максимальный диаметр — 28 — 30 мм.

«Пальчиковые» лампы

Так называемые «пальчиковые» лампы представляют собой экономичные и небольшие по размерам лампы. По размерам пальчиковые лампы в пять раз меньше, а по мощности накала от двух до пяти раз экономичнее нормальных батарейных ламп 2 в серии. Цоколь у пальчиковых ламп отсутствует, и от электродов сквозь стеклянное донышко лампы сделаны выводы в виде семи заостренных штырьков из никелевой проволоки. Все пальчиковые лампы, независимо от типа, имеют по семь штырьков. Отсутствие у лампы восьмого штырька, а в ламповой панели восьмого гнезда, обеспечивает правильное включение лампы при ее установке.

Барретеры

Барретером называется прибор, который позволяет автоматически поддерживать неизменной силу тока в цепи в том случае, когда напряжение этой цепи меняется в некоторых определенных границах.

Такой прибор применяется обычно в тех случаях, где по техническим причинам нельзя гарантировать устойчивость напряжения, как, например, для питания радиоприемников в городских условиях (вследствие колебаний напряжения в сети), в цепях с переменной нагрузкой; при разрядке аккумуляторных батарей и т. д.

Внешне барретер имеет вид лампы. Внутри наполненного водородом баллона помещена железная проволока, нагреваемая проходящим током. Действие барретера основано на свойстве железной проволоки при нагревании менять в известных пределах свое сопротивление пропорционально приложенному напряжению. При этом ток в цепи будет оставаться приблизительно постоянным.

В настоящее время для наших ламп металлической серии применяют барретеры отечественного производства 0,3 Б17-35 (для сети 127 в) и 0,3 Б65-135 (для сети 220 в).

При переводе западноевропейских приемников универсального питания на наши лампы металлической серии (ток накала 0,3 а) можно применять барретеры указанных двух типов.

Урдоксы

Урдокс предназначен для ограничения толчка тока, получающегося в момент включения приемника. Он предохраняет от перегорания нити лампочек освещения шкалы.

Урдокс состоит из специального мастичного сопротивления, помещенного в вакууме. Сопротивление урдокса изготовляется обычно из двуокиси урана.

В холодном состоянии урдокс имеет большое сопротивление, и ток, протекающий через него, мал. Когда урдокс нагревается, то в цепи накала ламп устанавливается нормальный ток, на который рассчитаны лампы и урдокс.

Чтобы объединить преимущества барретера (большие пределы регулировки напряжения при неизменном токе) и урдокса (ограничение толчка тока при включении), комбинируют в одном баллоне, наполненном водородом, два сопротивления — железную нить и мастичное сопротивление из двуокиси урана. Такой комбинированный прибор носит название барретер-урдокс.

Газотроны

Газотроном называют двухэлектродный газоразрядный выпрямитель. Назначение газотронов — выпрямление переменного тока.

Анод газотрона делают из графита или из никеля. Накаливаемый катод изготовляют из никеля, покрытого для облегчения электронной эмиссии слоем оксида, т. е. смесью углекислых солей бария, стронция и кальция.

Воздух из баллона газотрона выкачан до высокой степени разрежения. После этого в баллон газотрона вводят небольшое количество ртути. Молекулы паров ртути, ионизируясь под влиянием приложенного напряжения, создают условия, необходимые для газового разряда при малом внутреннем сопротивлении газотрона.

Вследствие незначительности внутренних потерь газотрон обладает исключительно высоким к.п.д.

В радиолюбительской практике газотроны часто применяют в выпрямителях для питания анодов ламп коротковолновых передатчиков. Для предотвращения разрушения оксидного катода газотронов включение высокого напряжения допустимо лишь после полного прогрева катода. Выдержка времени между включением накала и высокого напряжения указывается в табл. 47.

Тунгары (газотроны, наполненные инертным газом)

Если требуется выпрямить ток напряжением не выше 100 — 300 в, нет необходимости пользоваться выпрямителями, наполненными ртутными парами, а выгоднее иметь в качестве наполнителя инертный газ. Это дает выпрямителю независимость от температуры окружающей среды, так как плотность газа не зависит от его температуры. Такие выпрямители могут быть использованы на морозе и в неотопливаемых помещениях, а также в помещениях, где внешняя температура доходит до — 40 — 50°C, без каких-либо нарушений работы или снижения долговечности выпрямителя.

Выпрямители этого рода не требуют значительного времени на разогрев после хранения, так как нет нужды выжидать, пока ртуть разогреется в накальной горловине лампы. Включить выпрямитель можно через 30 — 60 секунд после включения тока накала. Требуется только время на разогрев катода.

Область применения тунгаров — выпрямители для зарядки аккумуляторов, питание обмоток подмагничивания динамиков и т. п.

Выпускаются тунгары с накаливаемым катодом, заполненные аргоном, например, ВГ-176, ВГ-251, ВГ-222.

Тиратроны

Тиратроном называют газоразрядный выпрямитель, снабженный одним или несколькими добавочными электродами-сетками.

Начало прохождения тока через тиратрон регулируется потенциалами, задаваемыми на эти добавочные электроды-сетки.

Роль управляющей сетки в тиратроне существенно отличается от ее роли в обычной трехэлектродной лампе. Если в трехэлектродной лампе напряжением сетки можно изменять значение анодного тока в каждый момент времени, то в тиратроне напряжением сетки можно управлять только моментом зажигания дуги. С момента зажигания дуги сетка теряет управляющее действие и ток проходит через прибор так, как если бы сетка отсутствовала.

Таким образом, если на анод подается переменное напряжение, то, меняя напряжение на сетке, можно менять продолжительность той части положительного полупериода, в течение которого может проходить ток с катода на анод. В результате изменяется общее количество электричества, прошедшего через выпрямитель, а следовательно, меняется и значение среднего выпрямленного тока.

Стабилизаторы и делители напряжения (стабиловольты)

Стабилизатор напряжения, или стабилувольт, представляет собой стеклянный баллон, наполненный неоном или аргоном и содержащий несколько изолированных друг от друга металлических электродов.

Электродам придается форма цилиндров с закругленным дном. Каждый из электродов имеет свой отдельный вывод на цоколе стабилвольта. Центральный электрод с самой малой площадью присоединяется к положительному полюсу стабилизируемого источника напряжения.

Стабилвольт включают параллельно нагрузочному сопротивлению (рис. 60). Между стабилвольтом и источником стабилизируемого напряжения обязательно включают балластное сопротивление r . Величина балластного сопротивления r должна быть такой, чтобы при среднем значении напряжения источника тока через стабил-

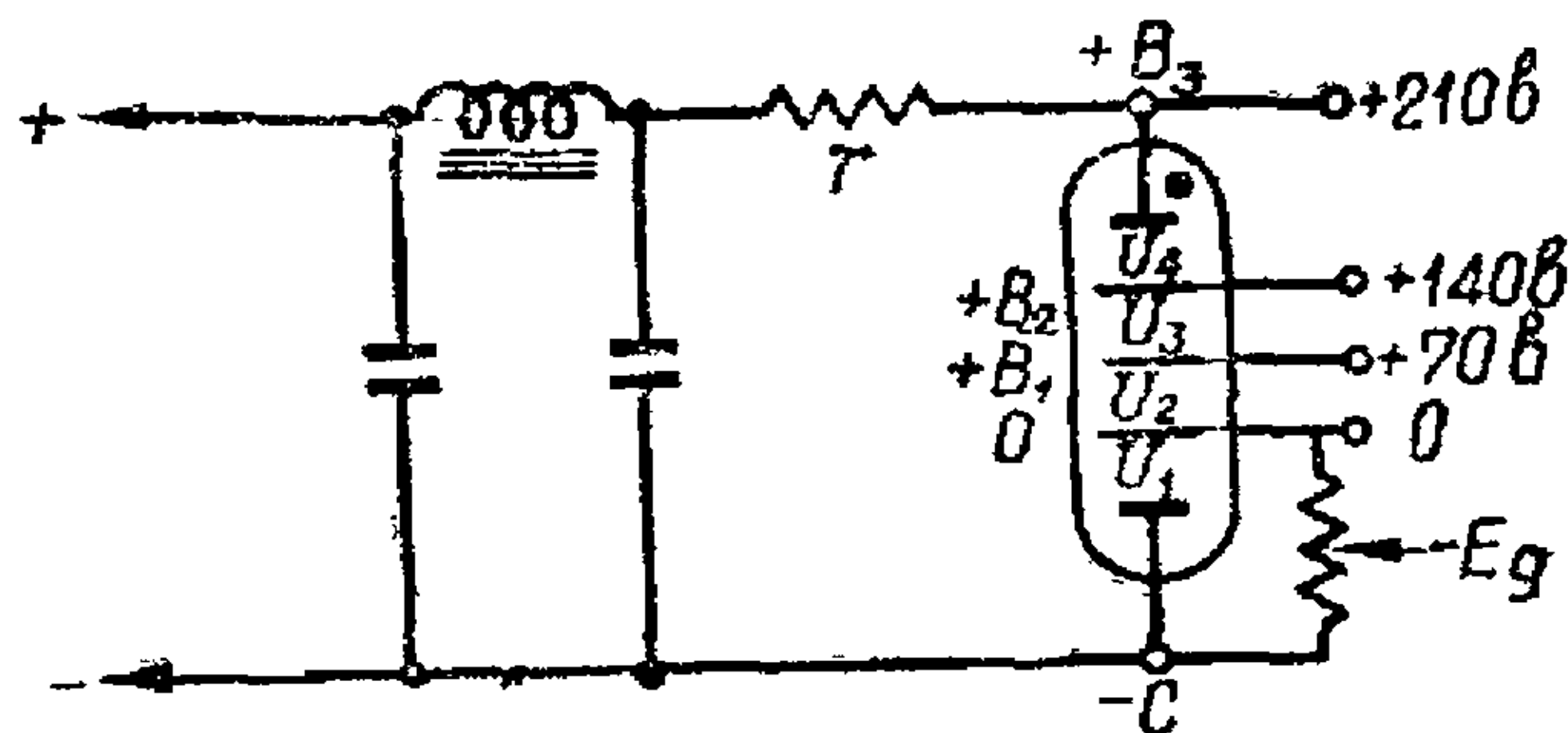


Рис. 60. Схема включения стабилвольта.

вольт проходил средний ток режима нормального катодного падения, т. е. чтобы светилась не вся поверхность катода. В случае повышения напряжения возрастет ток, проходящий через стабилвольт, увеличится падение напряжения на балластном сопротивлении r и напряжение на нагрузочном сопротивлении останется почти без изменения. При понижении напряжения падение напряжения на сопротивлении r будет, наоборот, уменьшаться.

Стабилвольт с несколькими электродами может выполнять роль делителя напряжения, питающего разные цепи приемника стабильными напряжениями.

Таблица 42

Максимальные значения тока через промежутки стабилвольта, допустимые для разных электродов, используемых как катоды

Тип стабилвольта	Электроды					Максимальная рассеиваемая мощность (в вт)
	Допустимые значения тока через электрод, служащий катодом (в ма)					
	B ₃	B ₂	B ₁	0	-C	
СГ 226	15	40	60	80	80	15
СГ 227	60	80	80	90	100	24

При колебаниях напряжения источника на $\pm 10\%$ напряжение на выходе стабилвольта изменяется обычно не более чем на $\pm 0,1\%$.

ДАННЫЕ ОТЕЧЕСТ
Батарейные

Основное обозначение	Другие обозначения	Тип	Накал		Анод	
			напряжение (в в)	ТОК (в ма)	напряжение (в в)	ТОК (в ма)
Экономичные 2 в						
2Ф2М	—	Триод	2	60	120	2,0
УБ 240	2С3М	То же	2	120	120	1,5
СО 243	2Н1М	Двойной триод	2	240	120	3,2
2П9М	—	Оконечный лучевой тетрод	2	1000	250	35,0
СБ 245	—	Генераторный тетрод	1,8	320	160	21,0
СО 257	—	Генераторный пентод	2	275	200	14,0
2Ж2М	—	Пентод высокой частоты	2	60	120	1,0
2К2М	—	Пентод высокой частоты „варимю“	2	60	120	2,0
2П4М	24	Оконечный пентод	2	120	120	7,0
СО 241	2К1М	Пентод высокой частоты „варимю“	2	120	120	3,5
СБ 244	2П1М	Оконечный пентод	2	190	120	4,0
СБ 258	2П2М	То же	1,8	320	160	10,0
СБ 242	2А1М	Гептод-преобразователь	2	160	120	2,2
УБ 152	—	Триод	2	110	120	5,0
СБ 154	—	Тетрод высокой частоты „варимю“	2	110	160	3,5
СБ 155	—	Оконечный пентод	2	220	120	10,0
СБ 194	—	Двойной триод	2	300	120	5,6
Лампы старых выпусков						
УБ 107	—	Триод	4	75	120	8,0
УБ 110	—	То же	4	75	160	3,8
УБ 132	—	Оконечный триод	4	150	160	12,0
СБ 112	—	Тетрод высокой частоты	4	75	160	1,25
СБ 147	—	То же	4	150	160	2,8
Экономичные пальчи						
1К1П	—	Пентод высокой частоты „варимю“	1,2	60	90	1,8
1А1П	—	Гептод-преобразователь „варимю“	1,2	60	90	0,8
1Б1П ¹	—	Диод-пентод низк. частоты	1,2	60	90	—
2П1П ²	—	Оконечный пентод	1,2	120	90	9,5

¹ Указано напряжение анодной батареи.

² Ток накала указан при параллельном соединении секций нити накала. Выходная мощность равна 0,27 вт.

ВЕННЫХ РАДИОЛАМП
лампы

Таблица 43

Экранная сетка		Отрицательное напряжение на управляющей сетке (в в)	Кривизна (в Ма/в)	Коэффициент усиления	Внутреннее сопротивление (в Ом)	Сопротивление нагрузки (в Ом)	Выходная мощность (в Вт)	Максимальная допустимая мощность рассеивания на аноде (в Вт)	Емкость анод-управляющая сетка (в мкМФ)
напряжение (в в)	ток (в ма)								
серии									
—	—	4	1,2	20	16000	—	—	0,8	3,5
—	—	2,5	1,3	22	17000	40000	0,02	0,6	2,7
—	—	0	2,1	32	16000	3000	0,8	1,5	3,4
150	1,5	6	2,5	100	40000	2500	6,0	8,0	0,6
80	4,0	2	1,8	75	300000	—	—	1,5	0,05
100	2,5	7	1,8	200	110000	6000	1,25	2,5	0,06
70	0,3	1	0,8	1200	$1,5 \cdot 10^6$	—	—	0,5	0,02
70	0,6	1	0,95	950	$1 \cdot 10^6$	—	—	0,5	0,02
80	2,0	4	2,0	125	60000	12000	0,25	2,5	0,7
70	1,0	1	1,6	1200	750000	—	—	0,7	0,02
120	0,75	2,5	1,8	270	150000	30000	0,15	1,5	0,5
120	1,7	6	2,0	175	80000	20000	0,45	2,0	0,5
70	2,2	0	S _{пр} =0,45	—	150000	—	—	0,7	0,45
—	—	4		2,0	12	6000	—	—	2,0
80	1,3	1	1,25	500	400000	—	—	1,0	0,04
100	1,8	4	2,2	200	90000	8000	0,25	4,0	0,5
—	—	0	2,5	25	—	3000	1,0	2,5	—
4 в серии									
—	—	2	1,35	12	9000	—	—	2,0	4,0
—	—	1,5	1,2	25	20000	—	—	2,0	3,3
—	—	8	2,0	8,5	4250	5000	0,25	3,0	5,0
60	0,2	1	0,5	500	$1 \cdot 10^6$	—	—	1,0	0,03
60	1,0	1	1,0	650	650000	—	—	2,0	0,04
Ковые лампы									
45	0,65	0	0,75	—	800000	—	—	—	—
45	1,9	0	S _{пр} =0,25	—	800000	—	—	—	—
—	—	0		—	—	—	—	—	—
90	2,1	4,5	2,15	—	100000	10000	—	—	—

Основное обозначение	Другие обозначения	Тип	Сетевые			
			Накал		Анод	
			напряжение (в в)	ток (в а)	напряжение (в в)	ток (в ма)
Л а м п ы 6,3 в						
6X6	6H6	Двойной диод	6,3	0,3	117 макс.	4,0
6Г7	6Q7	Двойной диод-триод	6,3	0,3	250	1,1
6P7	6R7	То же	6,3	0,3	250	9,5
6B8M	6B8	Двойной диод-пентод	6,3	0,3	250	9,0
6C5	—	Триод	6,3	0,3	250	8,0
6Ф5	6F5	То же	6,3	0,3	250	0,9
6Ф5M	—	" "	6,3	0,3	250	0,9
6H7	6N7	Двойной триод	6,3	0,8	300	18,0
6Д1M	6K8, 6K8C	Триод-гексод	6,3	0,3	250	2,5
6Л6	6L6	Лучевой тетрод	6,3	0,9	250	72,0
6Л6C	6L6-G	То же	6,3	0,9	250	72,0
—	6V6-G	" "	6,3	0,45	250	45
6П3C	—	" "	6,3	0,9	250	72,0
6Ж7	6J7	Пентод высокой частоты	6,3	0,3	250	2,0
6K7	—	Пентод высокой частоты "варимю"	6,3	0,3	250	10,5
6Ф6	6F6	Оконечный пентод	6,3	0,7	250	34,0
6Ф6M	—	То же	6,3	0,7	250	34,0
6Ф6C	6F6-G	" "	6,3	0,7	250	34,0
6Л7	6L7	Гептод-смеситель	6,3	0,3	250	2,4
6A8	—	Гептод-преобразователь	6,3	0,3	250	3,5
—	6SA7	" "	6,3	0,3	250	3,5
6E5	—	Электронный индикатор	6,3	0,3	250	0,25
6Ж2M	1851	Телевизионный пентод	6,3	0,45	300	10,0
6Ж3M	1853	То же	6,3	0,45	300	12,5
—	6SK7	Пентод высокой частоты "варимю"	6,3	0,3	250	9,2
—	6SJ7	Пентод высокой частоты	6,3	0,3	250	3,0
—	6AC7	Телевизионный пентод	6,3	0,45	300	10,0
—	6AG7	Телевизионный пентод ви- деоочастоты	6,3	0,65	300	30,0
6K9M	—	Пентод высокой частоты "варимю"	6,3	0,3	250	9,0

Таблица 44

лампы

Экранная сетка		Отрицательное напряжение на управляющей сетке (в в)	Крутизна (в ма/в)	Коэффициент усиления	Внутреннее сопротивление (в ом)	Сопротивление на грузки (в ом)	Выходная мощность (в вт)	Максимальная допустимая мощность рассеивания на аноде (в вт)	Емкость анод-управляющая сетка (в мкмкф)
напряжение (в в)	ток (в ма)								

серии

—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	3,0	1,2	70	58000	—	—	20	1,5
—	—	3,0	1,9	16	8500	—	—	2,0	2,0
125	2,3	3,0	1,12	—	600000	—	—	2,5	0,005
—	—	3,0	2,0	20	10000	—	—	2,6	2,0
—	—	2,0	1,5	100	66000	—	—	0,4	2,0
—	—	2,0	1,5	100	66000	—	—	0,4	2,6
—	—	0	3,2	24	—	8000	10,0	12,0	2,4
100	6,0	3,0	$S_{np}=0,3$	—	400000	—	—	0,5	0,05
250	5,0	14,0	6,0	135	22500	2500	6,5	20,0	0,4
250	5,0	14,0	6,0	135	22500	2500	6,5	20,5	0,5
250	4,5	12,5	4,1	—	52000	5000	4,5	12,0	0,7
250	5,0	14,0	6,0	150	25000	2500	5,5	20,5	1,0
100	0,5	3,0	1,2	—	$1 \cdot 10^6$	—	—	0,75	0,006
125	2,6	3,0	1,65	—	600000	—	—	2,25	0,005
250	7,0	16,5	2,5	—	78000	7000	3,2	10,0	0,6
250	7,0	16,5	2,5	—	78000	7000	3,2	10,0	—
250	7,0	16,5	2,5	—	78000	7000	3,2	10,0	0,6
100	7,1	3,0	$S_{np}=0,38$	—	600000	—	—	1,75	0,005
100	2,7	3,0	$S_{np}=0,55$	—	360000	—	—	1,0	0,06
100	8,5	0	$S_{np}=0,45$	—	900000	—	—	1,0	0,13
—	—	8,0(0°)	—	—	—	—	—	—	3,5
150	2,5	1,5	9,0	—	750000	—	—	3,0	0,02
200	3,2	3,0	5,0	—	700000	—	—	3,0	0,03
100	2,4	3,0	2,0	1600	800000	—	—	4,0	0,003
100	0,8	3,0	1,65	2500	$1,5 \cdot 10^6$	—	—	2,5	0,005
150	2,5	2,0	9,0	—	$1 \cdot 10^6$	—	—	3,0	0,015
150	7,0	3,0	11,0	—	130000	10000	—	9,0	0,06
100	2,6	3,0	2,0	1600	800000	—	—	3,0	0,005

Основное обозначение	Другие обозначения	Тип	Накал		Анод	
			напряжение (в в)	ток (в а)	напряжение (в в)	ток (в ма)
6Н8М	—	Двойной триод	6,3	0,6	250	9,0
6Н9М	—	То же	6,3	0,3	250	2,3
6А10	—	Гептод-преобразователь	6,3	0,3	250	3,5

Лампы 4 в

СО185	—	Двойной диод-триод	4	1,0	240	5,0
СО118	4Н4С	Триод	4	1,0	240	6,0
ПО119	—	То же	4	1,0	240	12,0
УО104	—	Оконечный триод	4	0,7	240	40,0
УО186	—	То же	4	1,0	250	57,0
СО124	4Ж5С	Тетрод высокой частоты	4	1,0	160	10,0
СО148	4К5С	Тетрод высокой частоты „вармию“	4	1,0	160	7,5
СО182	—	Пентод высокой частоты „вармию“	4	1,0	160	4,2
СО122	4Ф5С	Оконечный пентод	4	1,0	240	19,0
СО187	—	То же	4	2,0	250	37,5
СО193	—	Двойной диод-пентод	4	1,0	240	7,0
СО183	—	Гептод-преобразователь	4	1,0	240	4,0

Лампы с повышенным

15А6С	—	Оконечный пентод	15	0,3	180	48,0
25П1С	25L6G	Оконечный лучевой тетрод	25	0,3	110	45,0
30П1М	—	То же	30	0,3	110	45,0

Специальные лампы (для коротких

6Ж1Ж	954	Ультракоротковолновый пентод „жолудь“	6,3	0,15	250	3,0
6К1Ж	956	То же—„вармию“	6,3	0,15	250	3,0
6С1Ж	955	Ультракоротковолновый триод „жолудь“	6,3	0,15	180	4,3

Продолжение

Экранная сетка		Отрицательное напряжение на управляющей сетке (в в)	Крутизна (в ма/в)	Коэффициент усиления	Внутреннее сопротивление (в ом)	Сопротивление на грузки (в ом)	Выходная мощность (в вт)	Максимальная допустимая мощность рассеивания на аноде (в вт)	Емкость анод-управляющая сетка (в мккф)
напряжение (в в)	ток (в ма)								
—	—	8,0	2,6	20	7700	—	—	2,5	2,8
—	—	2,0	1,6	70	44000	—	—	1,0	4,0
100	9,0	0	$S_{пр}=0,46$	—	600000	—	—	1,0	—

серии

—	—	4,0	1,5	35	24000	—	—	—	2,2
—	—	3,0	1,75	34	20000	—	—	2,0	2,6
—	—	10,0	1,7	12	7000	—	—	5,0	2,0
—	—	35,0	3,2	4	1250	2500	1,5	12,0	10,0
—	—	37,0	3,2	4	1200	3000	1,5	15,0	8,2
80	3,0	1,5	1,9	350	185000	—	—	—	0,005
—	1,5	1,0	1,6	320	200000	—	—	—	0,005
60	1,4	1,5	2,25	1500	700000	—	—	—	0,008
80	7,0	12,0	1,7	120	70000	20000	1,0	4,0	0,35
140	10,0	6,0	7,5	600	90000	7000	2,5	15,0	1,0
250	1,2	6,0	2,0	300	150000	—	—	5,0	0,18
120	8,0	2,0	2,6	—	125000	—	—	—	0,25

напряжением накала

135	6,0	20,0	2,5	—	30000	5000	2,0	—	—
110	4,0	7,5	8,5	—	10000	2000	2,2	10,0	—
110	4,0	7,5	8,5	—	10000	2000	2,2	10,0	—

и ультракоротких волн)

100	0,7	3,0	1,6	1800	12000	—	—	1,2	0,018
100	0,6	3,0	1,6	1600	11000	—	—	1,2	0,018
—	—	5,0	2,0	25	12500	20000	0,16	1,5	1,4

Таблица 45

Модуляторные и генераторные лампы

Тип лампы	Напряжение накала (в в)	Ток накала (в а)	Анодное напряжение (в в)	Максимальная мощность, рассеиваемая анодом (в вт)	Коэффициент усиления	Круговизна (в ма/в)
-----------	----------------------------	------------------	-----------------------------	--	-------------------------	------------------------

Модуляторные лампы

М 50	11	6,3	1200	50	10	1,45
М 80	11	3,5	1200	80	10,5	1,45
М 150	11	6,3	3000	150	11	1,45
М 400	17	18	1500	400	10	6,0
М 401	16	10,3	10 000	400	52	2,9
М 800	17	8,4	10 000	800	16	2,2
М 10	16,5	52	10 000	10 000	18	7,0
М 20	22	61	10 000	20 000	13	7,0

Генераторные лампы

ГД 50	11	4,1	1500	80	55	2,0
ГД 100	11,5	3,8	3000	150	70	1,45
ГД 200	11	6,3	3000	150	85	2,35
ГД 400	17	8,5	3000	500	95	3,5
ГК 20	5,6	0,85	750	20	53	1,75
ГКЭ 100	11	2,0	1500	80	225	2,5
ГКЭ 150	11	6,3	3000	100	350	2,0
ГКЭ 300	17	10,3	3000	400	400	3,9
ГКЭ 500	17	18	3000	750	300	3,5
ГКЭ 1000	17	18	4000	750	150	2,7
ГУО 5	16,5	52	4000	5000	14	—
ГУ 4	7	1,8	700	35	12,5	1,4
ГУ 150	11	10,8	2500	250	17,5	2,2
Г 411	10/20	0,6/0,3	400	20	110	5,5
Г 412	10/20	0,45/0,23	750	20	380	3,8
Г 413	10/20	1,0/0,5	750	40	—	5,0
Г 418	5	0,85	400	20	—	4,5

Примечание. Напряжение на антикатиодной сетке Г 411 = + 30 в, Г 412 = + 40 в, Г 413 = + 40 в и Г 418 = + 35 в.

Таблица 46

Кенотроны

Основное обозначение	Другие обозначения	Тип	Род накала	Накал		Эффективное значение максимально допустимого переменного напряжения на каждый анод (в в)	Максимальный выпрямленный ток (в ма)	Пиковое значение максимально допустимого обратн. напряжения (в в)	Габариты (в мм)
				напряжение (в в)	ток (в а)				
5Ц4	5Z4	Двуханодн. кенотрон	Косв.	5	2	350	125	1400	83 × 34
5Ц4С	BO-255	То же	"	5	2	350	125	1400	115 × 42
6Х5С	6Х5	" "	"	6,3	0,6	325	70	1250	105 × 40
30Ц6С	—	" "	"	30	0,6	250	30	1000	115 × 42
BO 116	2В-400	" "	Прям.	4	2	400	115	1200	158 × 65
BO 125	—	" "	"	4	0,7	250	30	600	118 × 41
BO 188	—	" "	"	4	2,2	500	150	1300	145 × 52
BO 202	2В-150	" "	"	4	0,7	300	50	900	118 × 41
BO 230	В-360	Одноанодн. кенотрон	"	4	0,7	300	50	900	118 × 41
BO 239	—	То же	"	4	2,2	850	180	1800	140 × 52
В 879	879	" "	"	2,5	1,75	2650	7,5	7500	115 × 42
30Ц1М	—	" "	Косв.	30	0,3	250	90	500	115 × 42
1Ц1	—	" "	Прям.	0,7	0,18	—	1	10000	—
5U4G	—	Двуханодн. кенотрон	"	5	3	450	225	1550	—
2Х2/879	—	Одноанодн. кенотрон	"	2,5	1,75	4500	7,5	12500	—

1)*

Таблица 47

Основные электрические параметры газотронов

Основное обозначение	Количество анодов	Тип катода	Наибольшее допустимое значение обратного напряжения (в в)	Наибольшее допустимое значение анодного тока (в а)	Наибольшее значение выпрямленного тока (в а)	Накал		Минимальный промежуток времени между включением накального и анодного напряжений (в минутах)	Напряжение зажигания (в в)	Время прогрева катода после хранения (в минутах)
						напряжение (в в)	ток (в а)			
ВГ 161	1	Прямого накала	2500	1,0	0,3	2,5	6	3	20	45
ВГ 252	1	То же	2500	1,0	0,3	2,5	6	3	20	45
ВГ 129	1	" "	5000	1,5	0,5	2,5	9	3	20	45
ВГ 236	1	" "	7000	4,0	1,3	2,5	20	5	25	60
ВГ 237	1	" "	10000	10,0	3,5	5,0	22	5	25	90
ВГ 163	1	Подогревный	15000	50,0	16,0	5,0	32	30	60	120

Т у и г а р ы

ВГ 176	2	Прямого накала	150	9,0	6,0	2,5	11	0,5	20	0,5
ВГ 251	2	То же	150	9,0	6,0	2,5	11	0,5	20	0,5
ВГ 222	1	" "	300	30,0	10,0	2,5	33	1,0	21	1,0

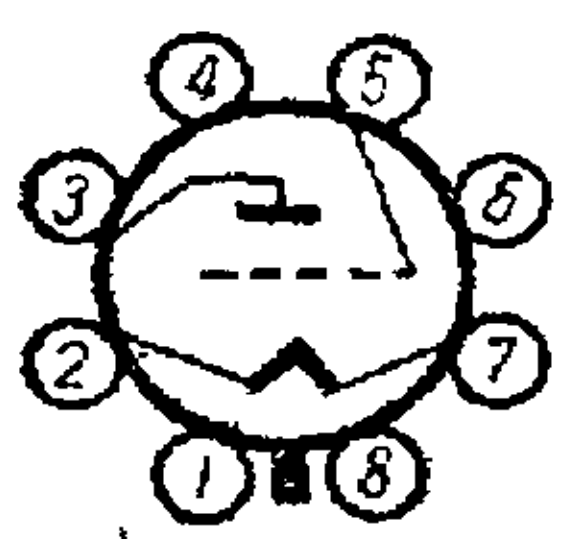
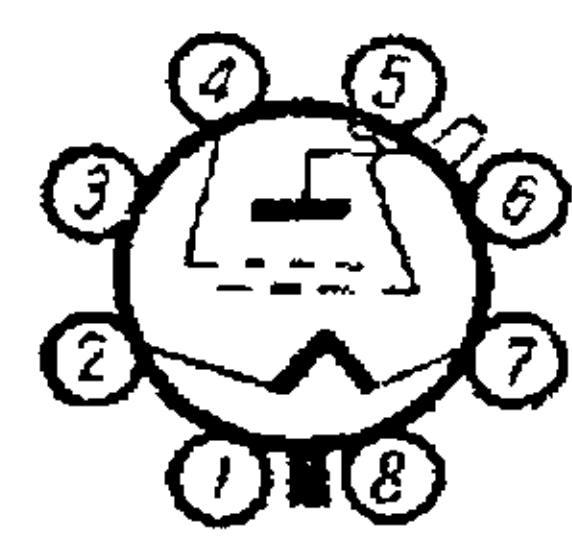
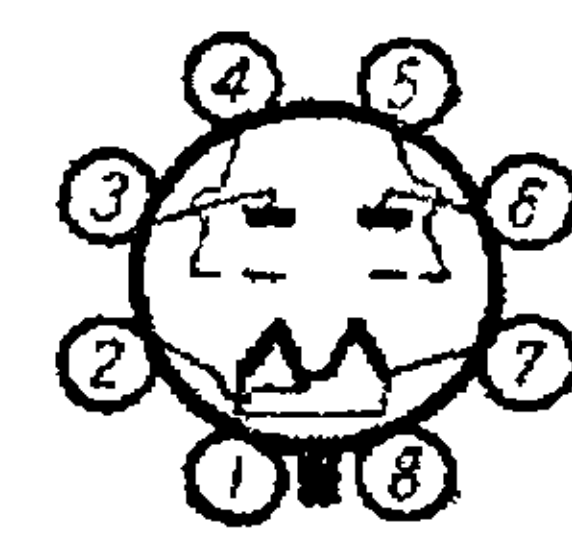
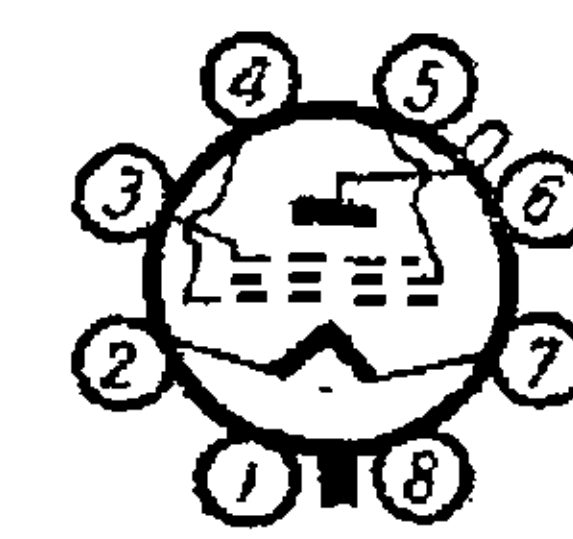
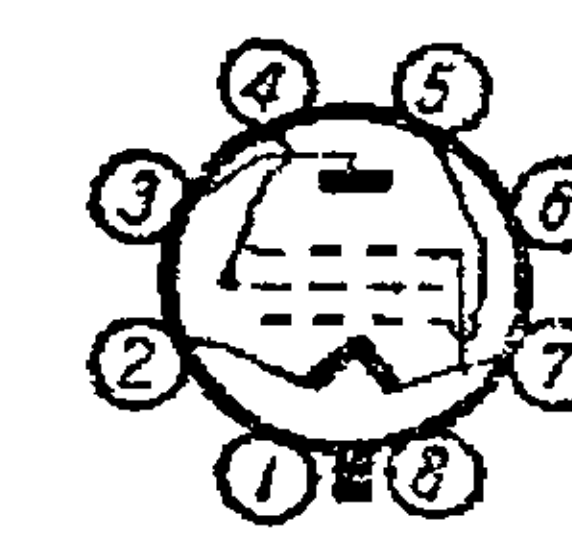
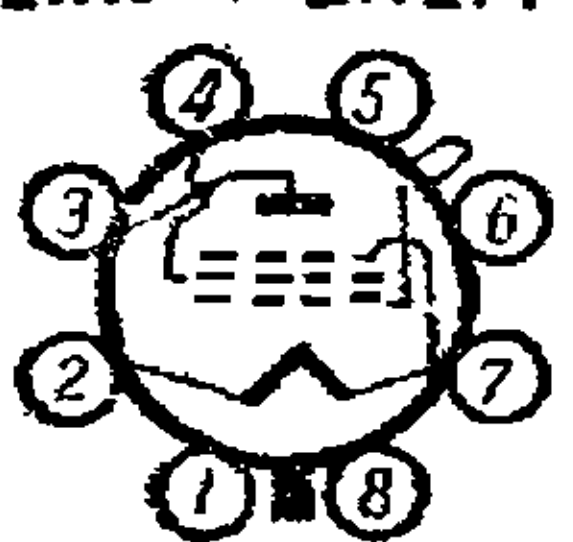
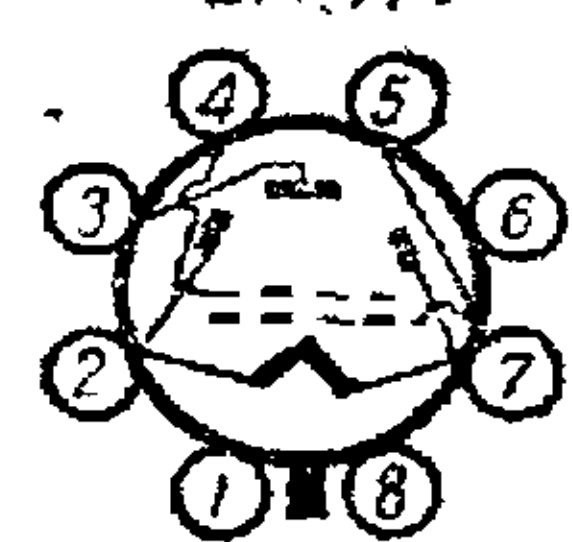
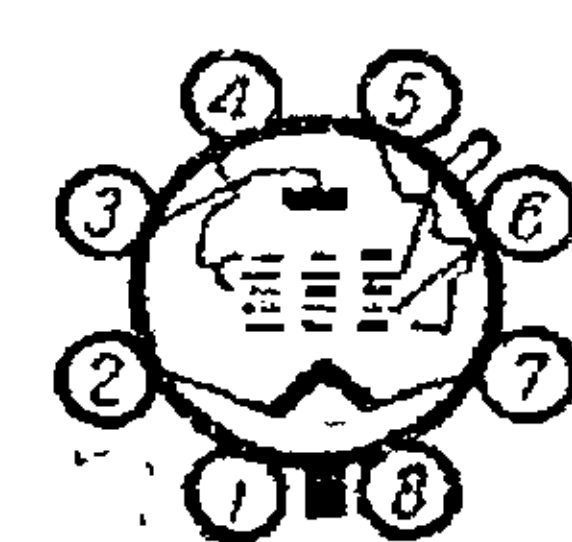

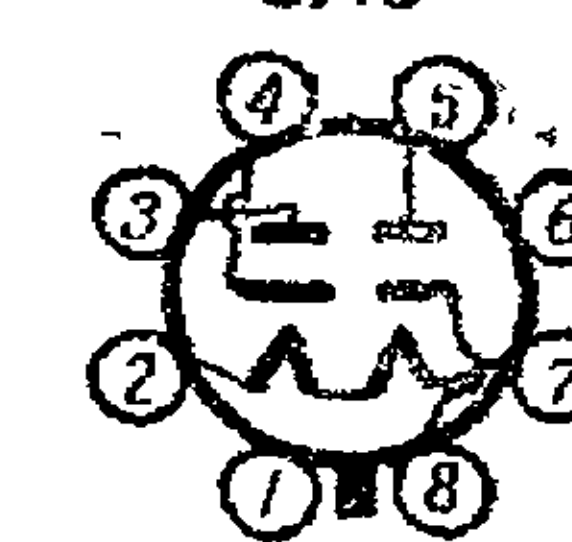
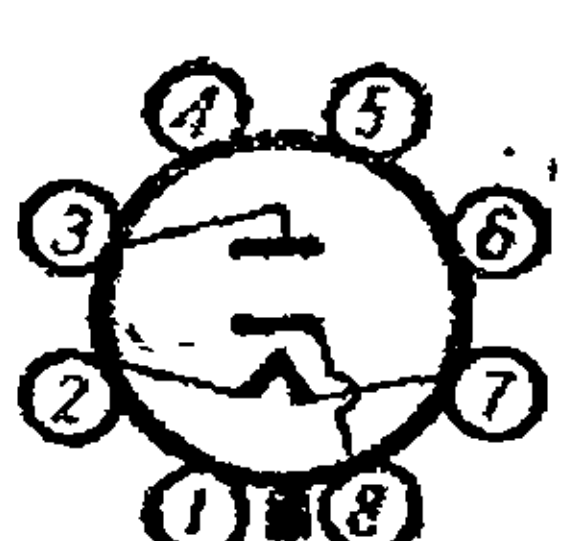
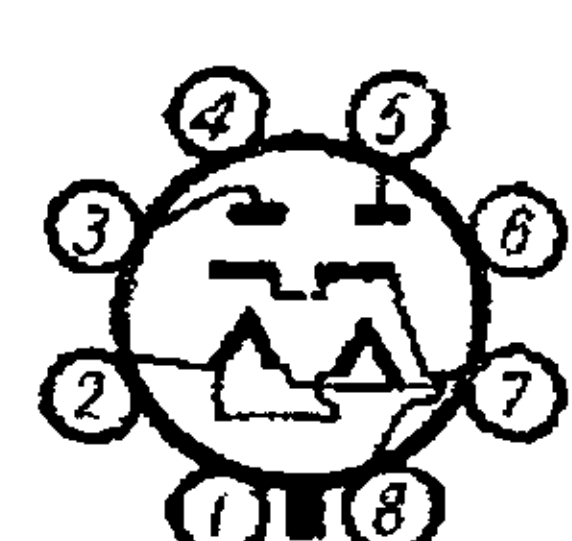
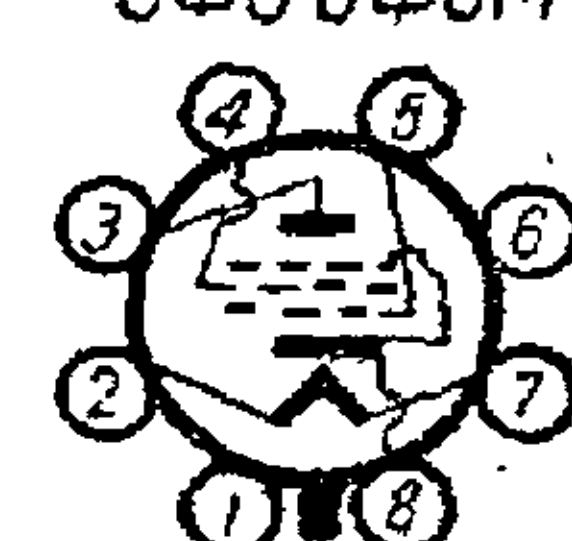
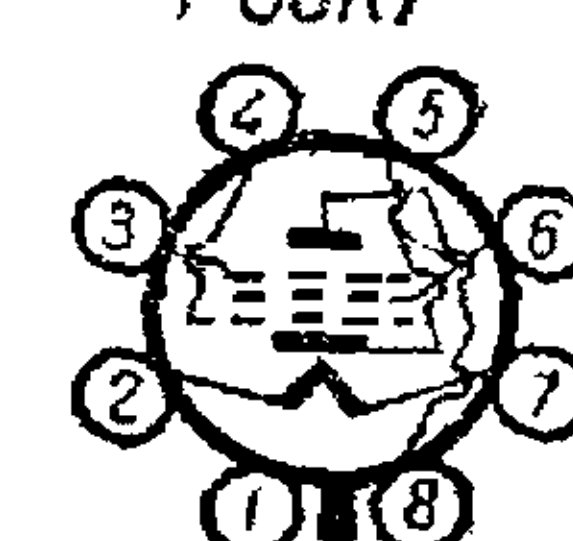
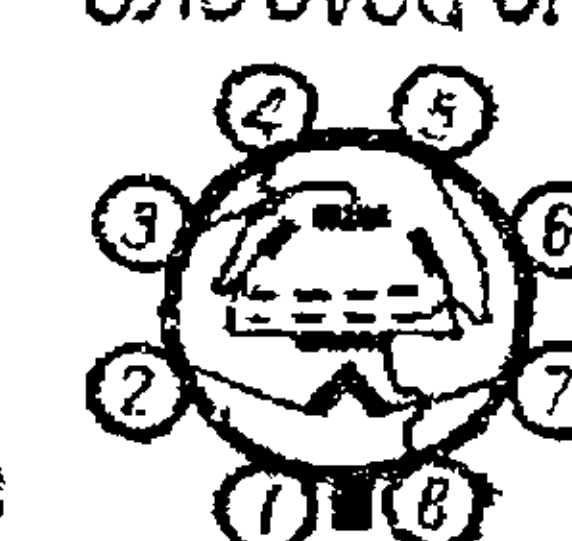
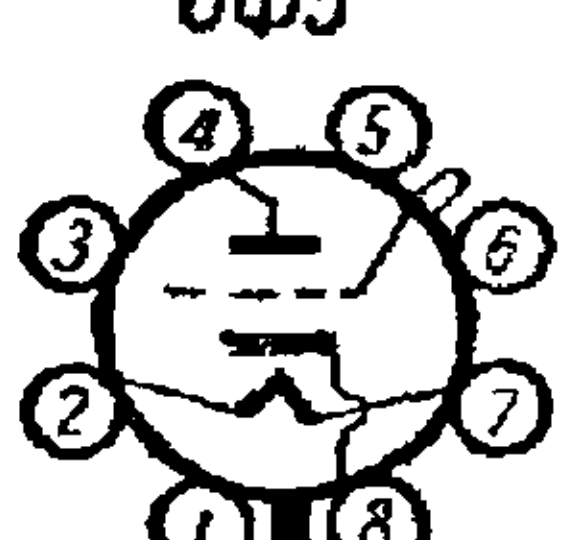
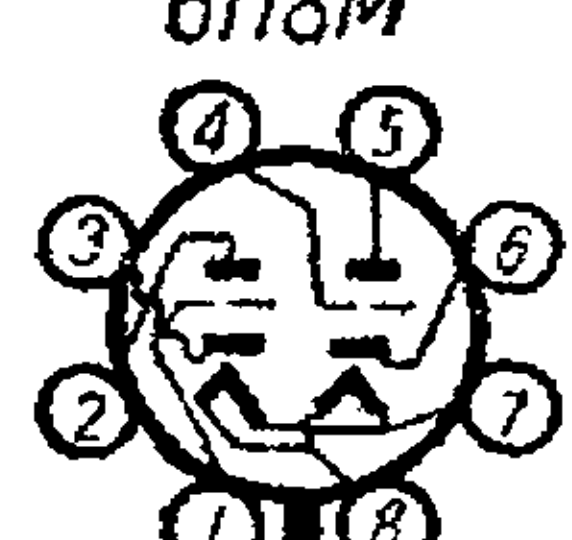
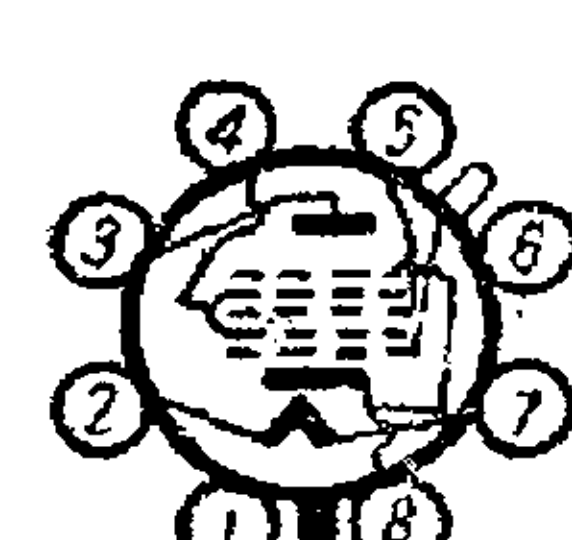
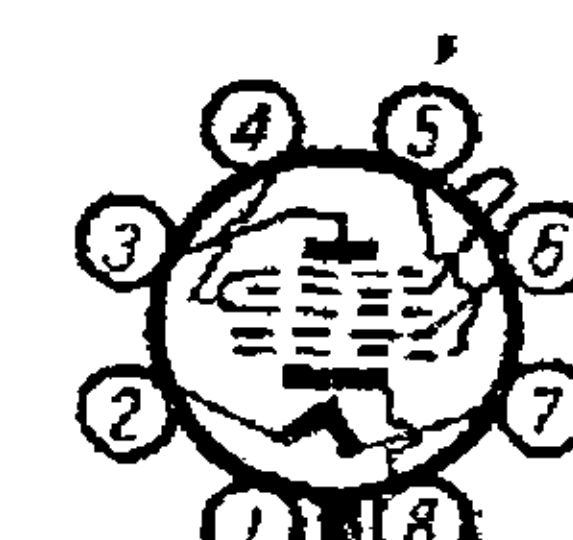
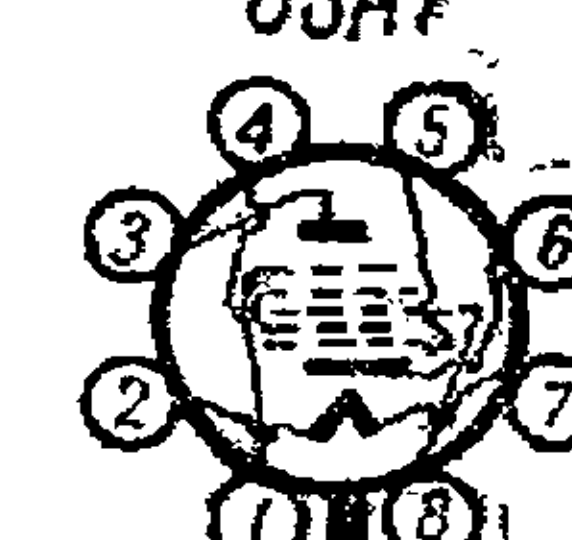
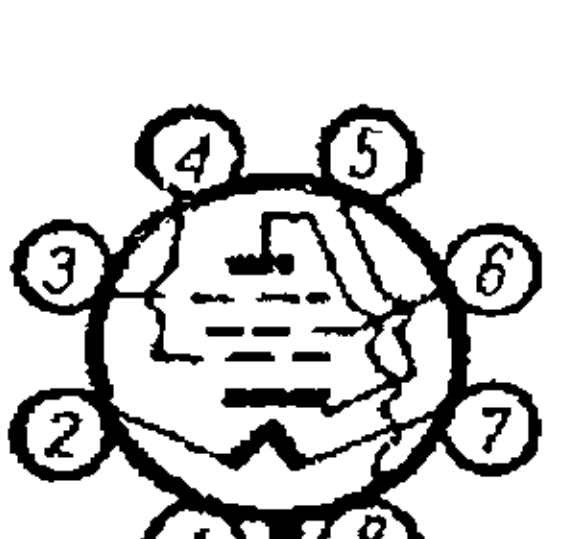
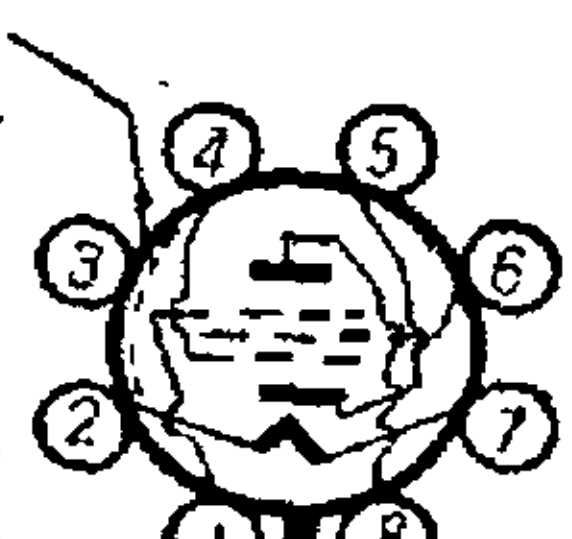

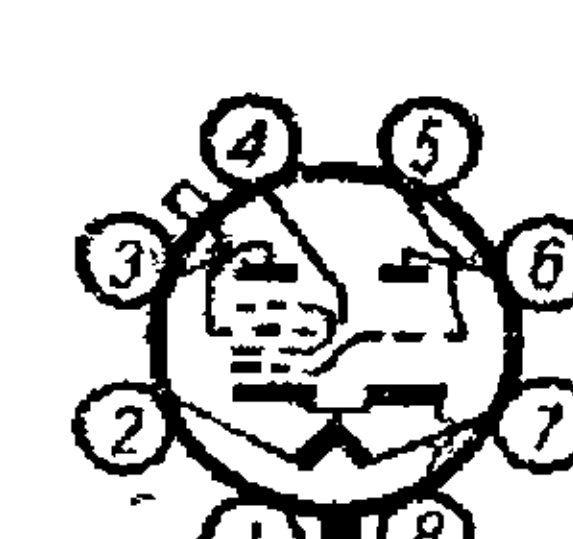
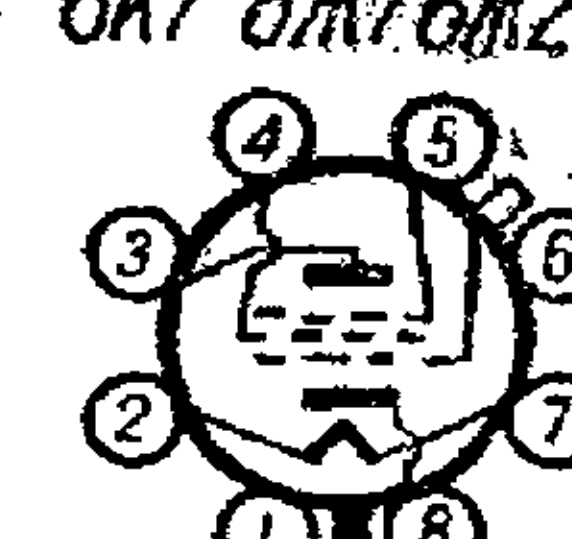
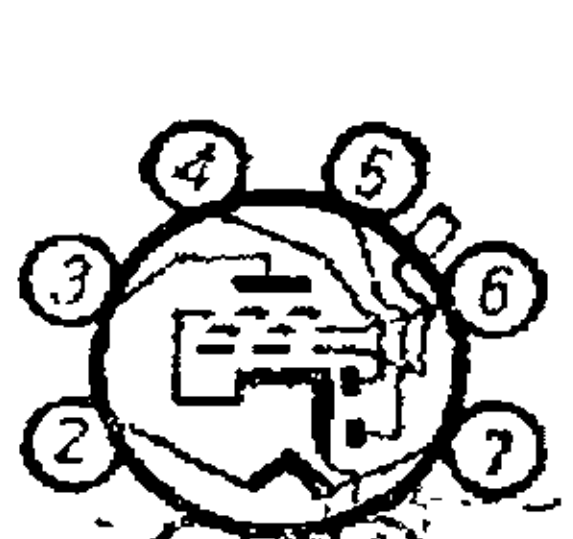
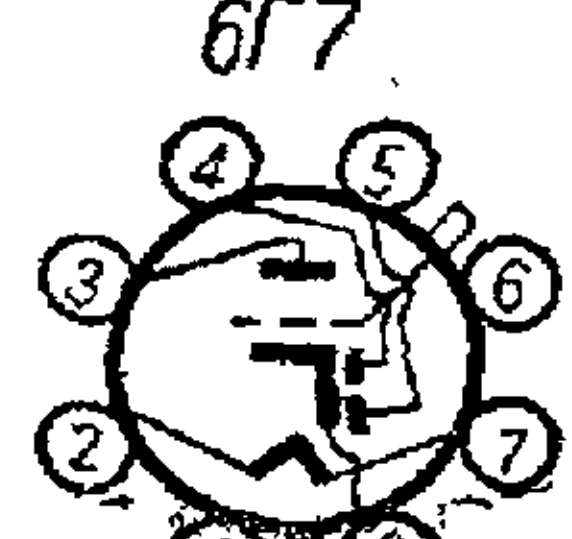
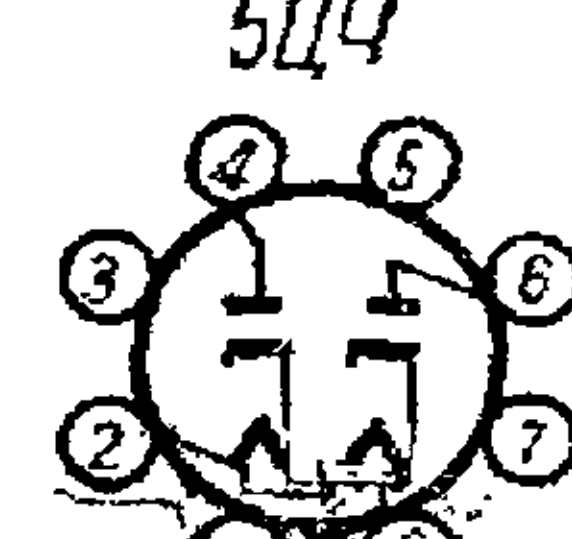


<p>2Ф2М</p>  <p>УБ240</p>	 <p>СБ 245</p>	 <p>СО 243</p>	 <p>СО 257</p>	<p>СБ 244</p>  <p>СБ 258</p>
<p>2Ж2М 2К2М</p>  <p>СО 241</p>	<p>2П4М</p>  <p>2П9М</p>	 <p>СБ 242</p>	 <p>6С5</p>	<p>6Х6</p>  <p>30Ц6С</p>
 <p>30Ц1М</p>	 <p>6Х5С</p>	<p>6Ф6 6Ф6М</p>  <p>6Ф6С 15А6С</p>	<p>65К7</p>  <p>65J7</p>	<p>6Л6 6V6С 6П3</p>  <p>25 П1С 30П1М</p>
<p>6Ф5</p>  <p>6Ф5М</p>	<p>6Н8М</p>  <p>6Н9М</p>	 <p>6Л7</p>	 <p>6А8</p>	<p>6SA7</p>  <p>6А10</p>
 <p>6АС7</p>	<p>Внутренний</p>  <p>6АГ7</p>	 <p>6Н7</p>	 <p>6К8 (6Д1М)</p>	<p>6К7 6Ж7 6Ж2М</p>  <p>6Ж3М 6К9М</p>
 <p>6В8</p>	<p>6Г7</p>  <p>6Р7</p>	<p>5Ц4</p>  <p>5Ц4С</p>	 <p>6Е5</p>	 <p>6Е5</p>

Рис. 61. Схемы цоколевки отечественных радиоламп (вид из цоколя снизу).

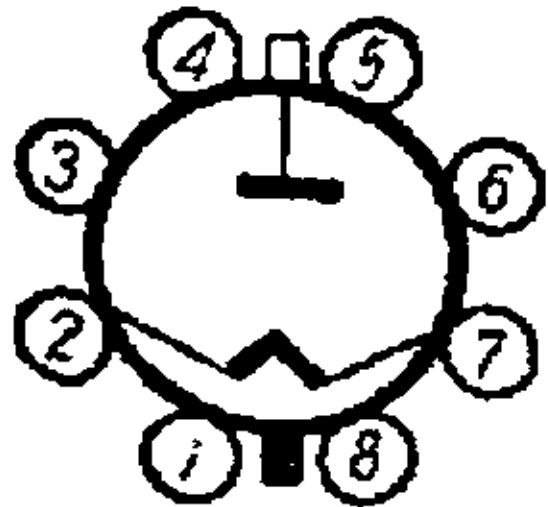
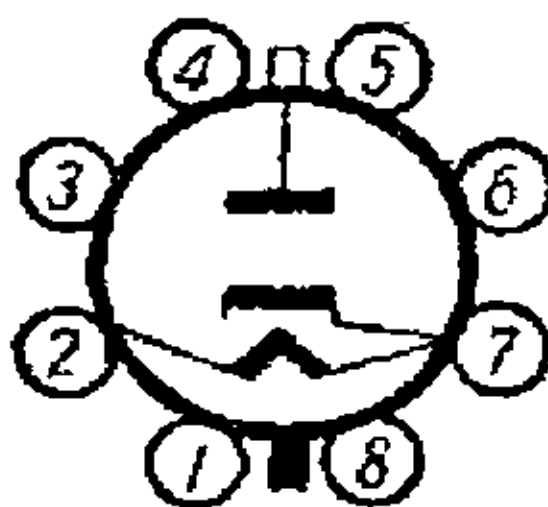
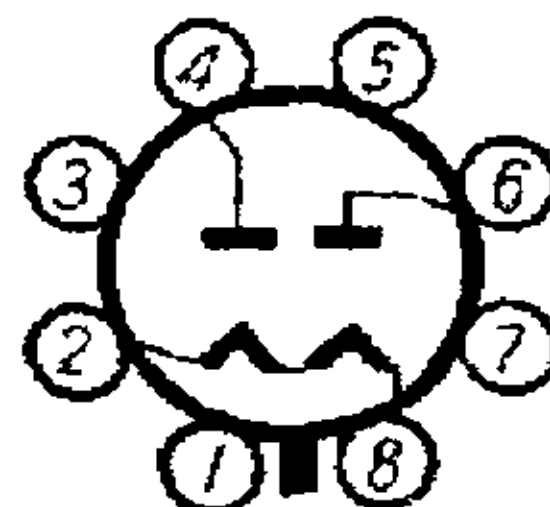
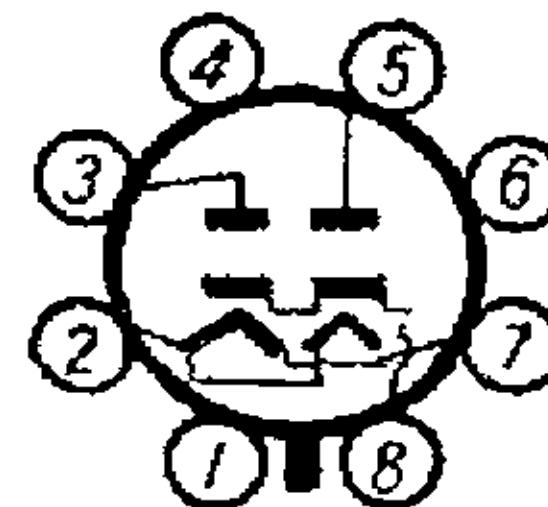
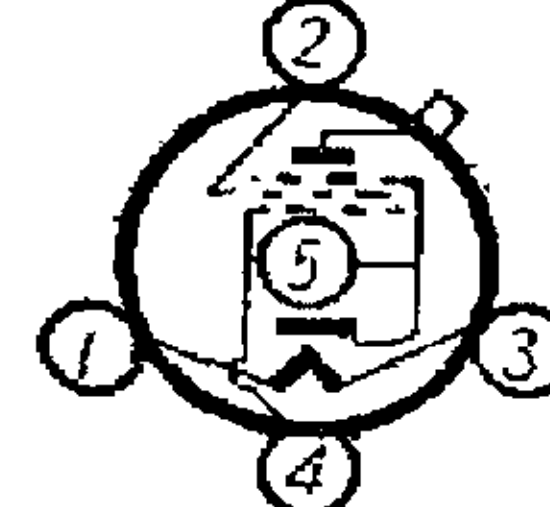
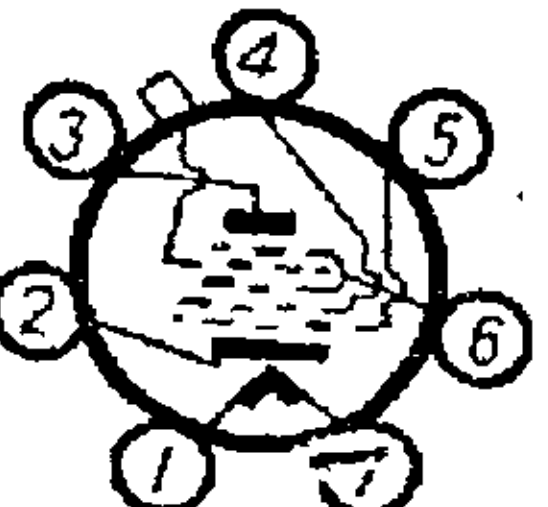
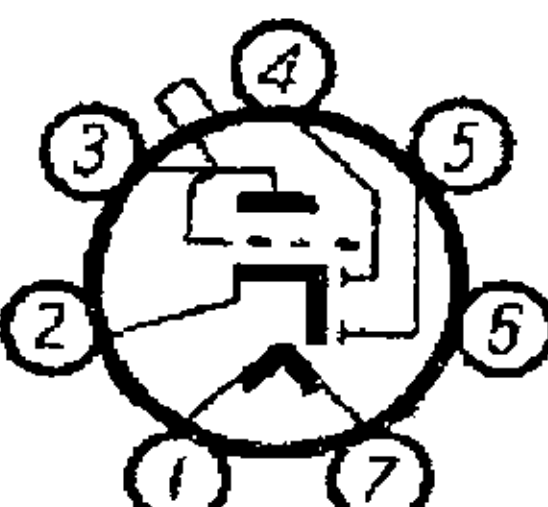
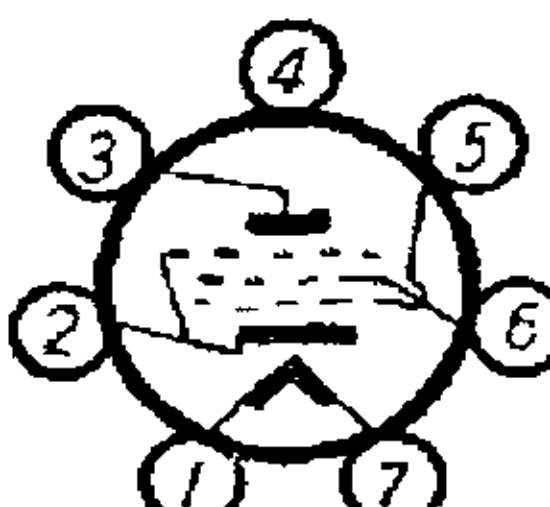
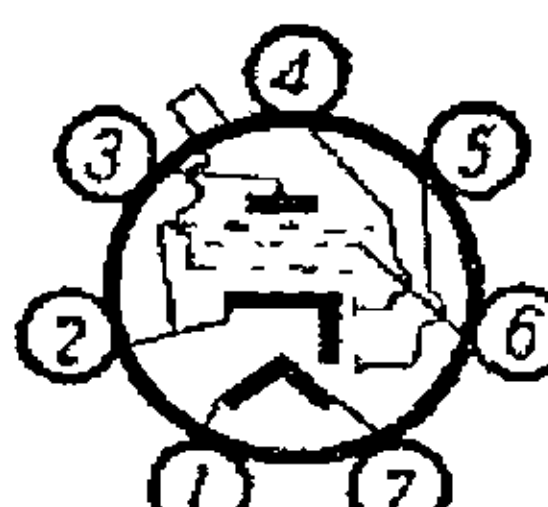
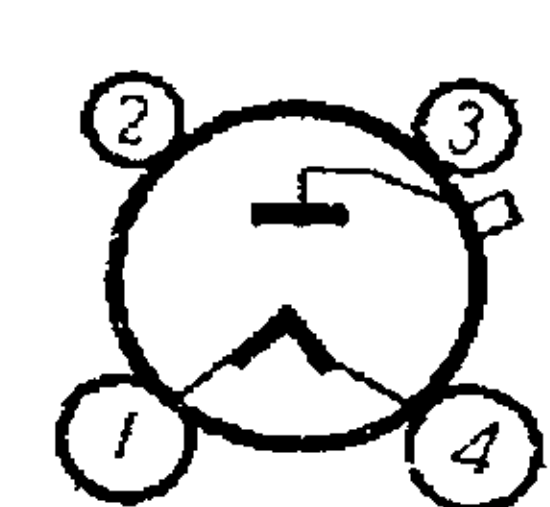
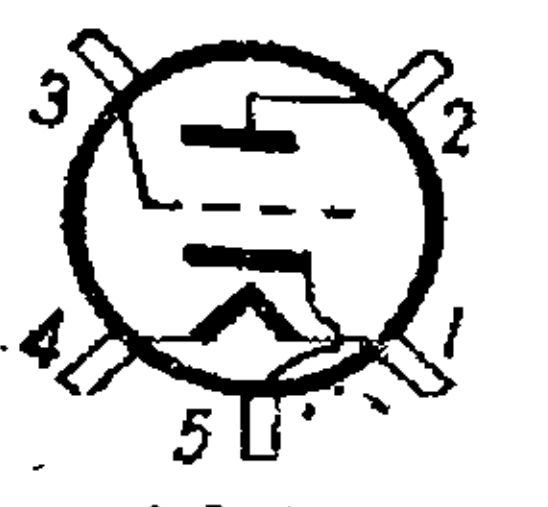
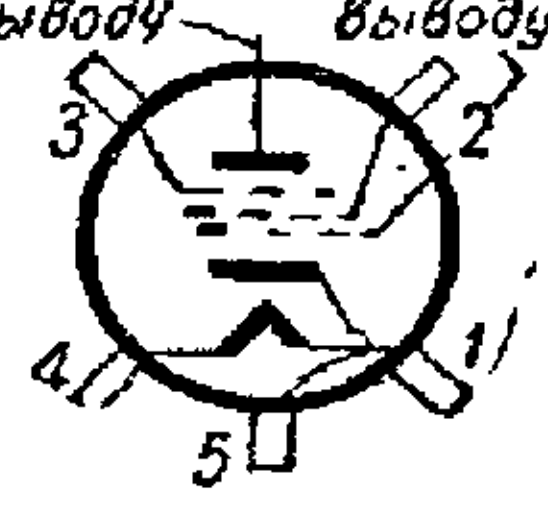
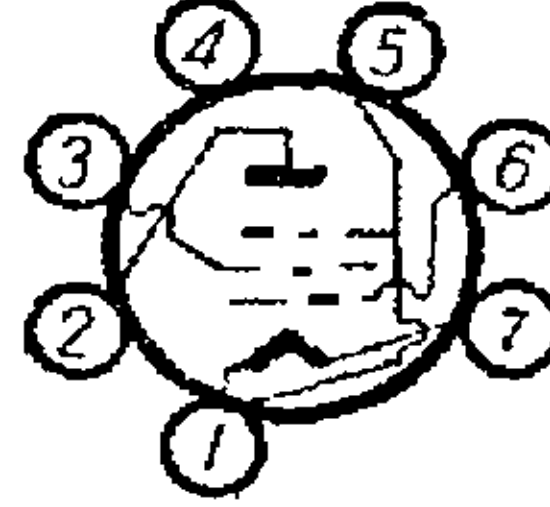
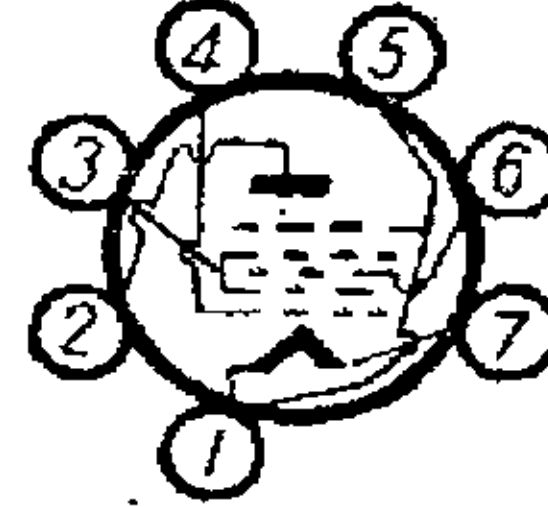
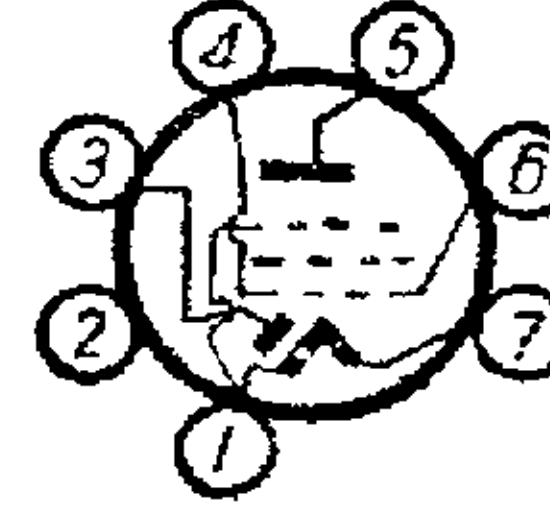
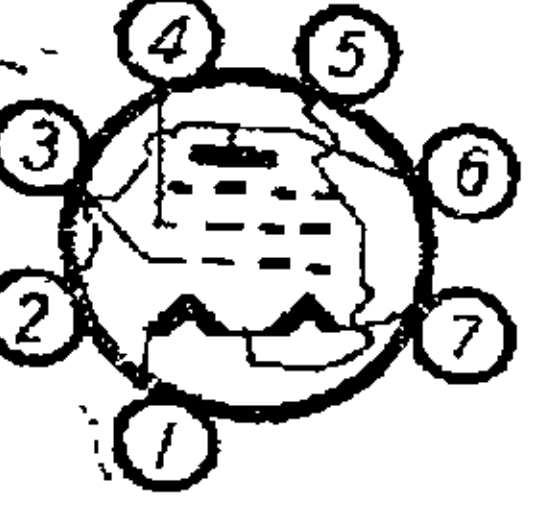

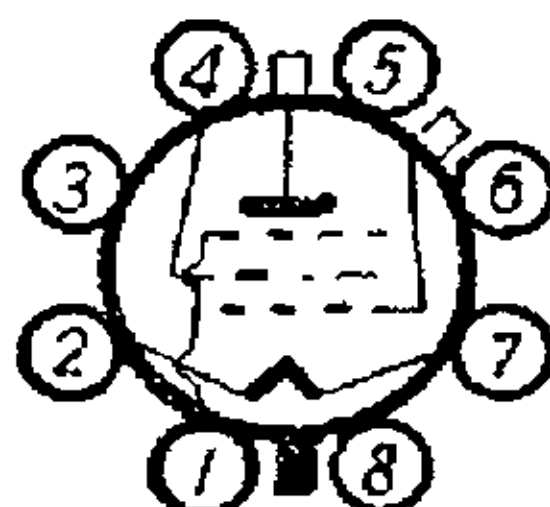
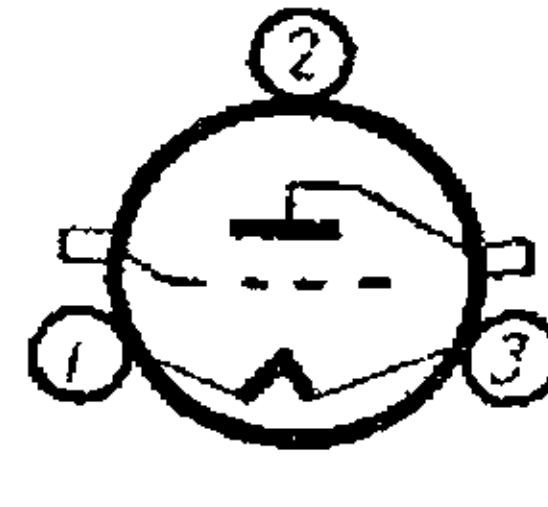
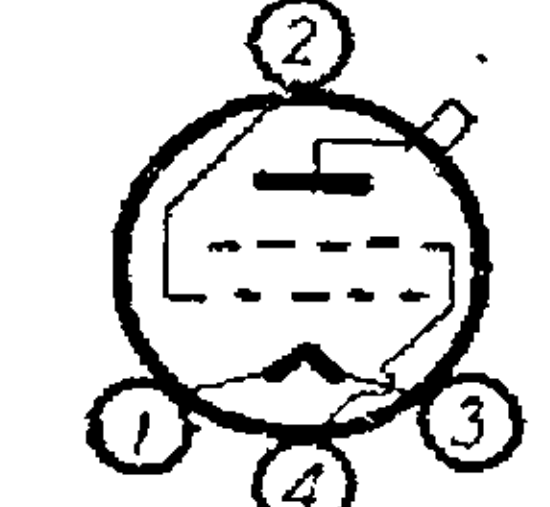
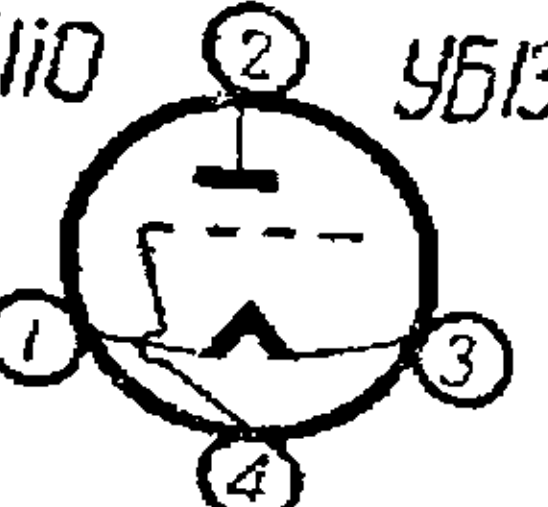
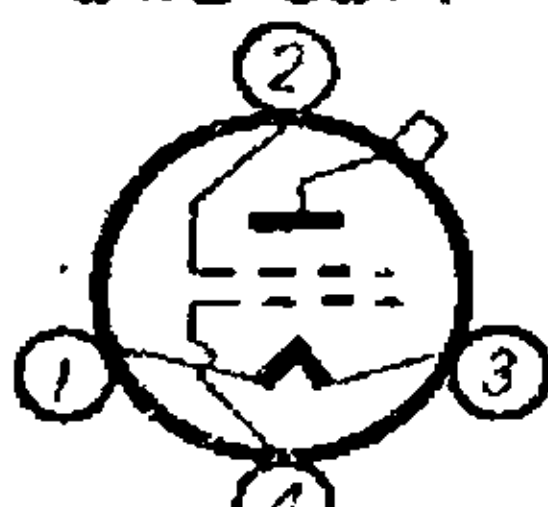
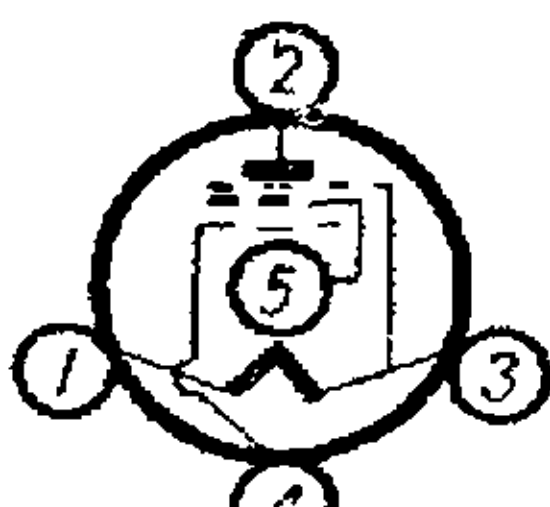

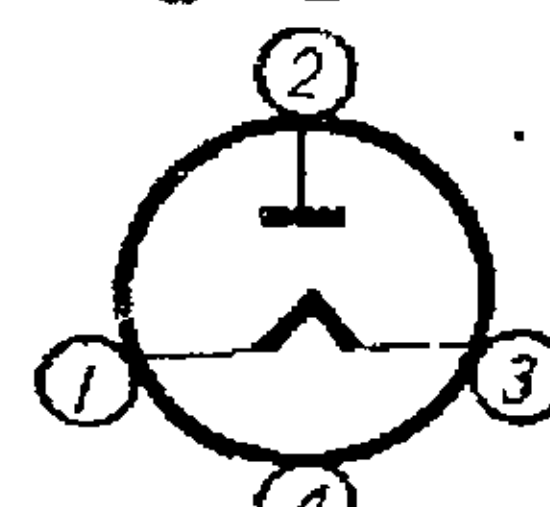
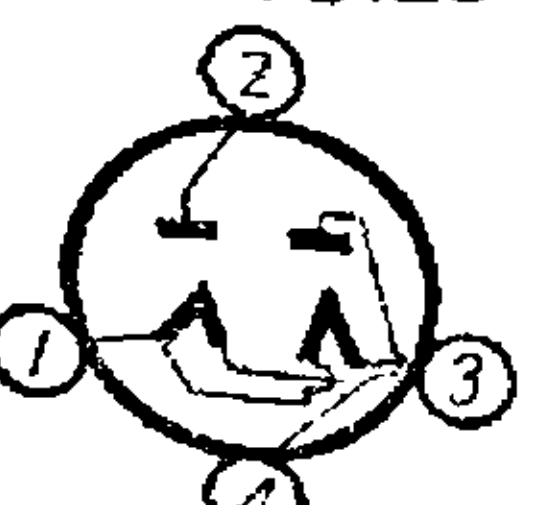
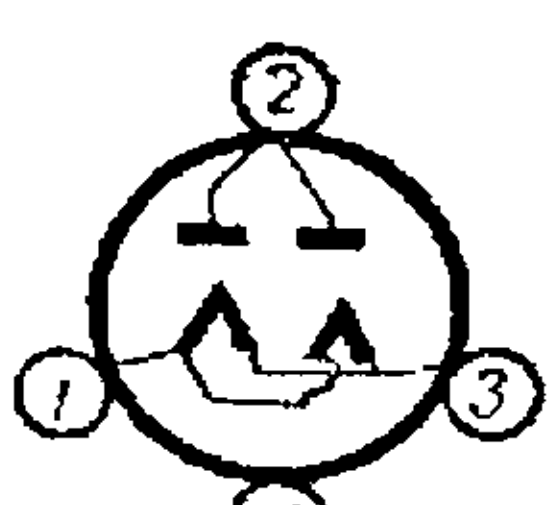
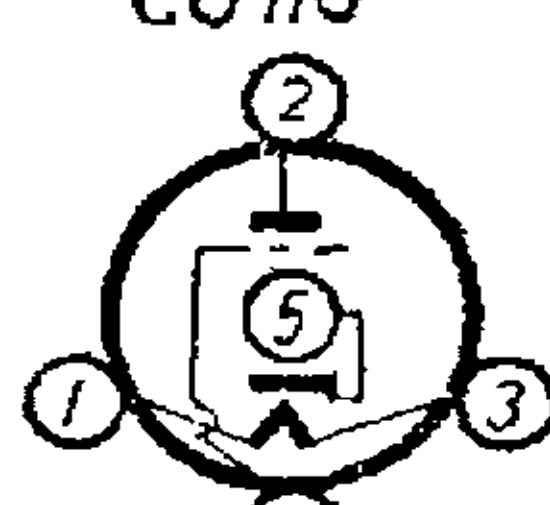
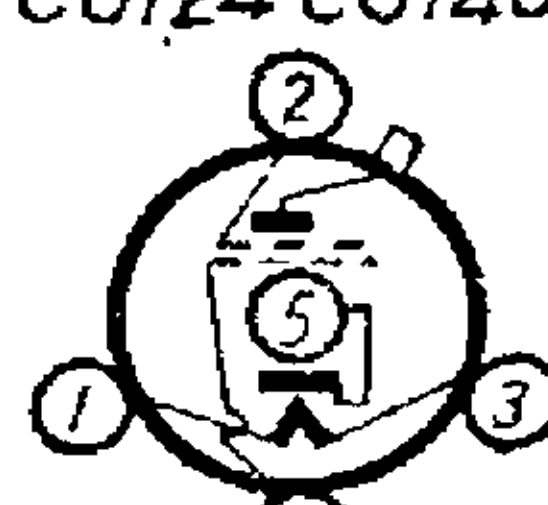
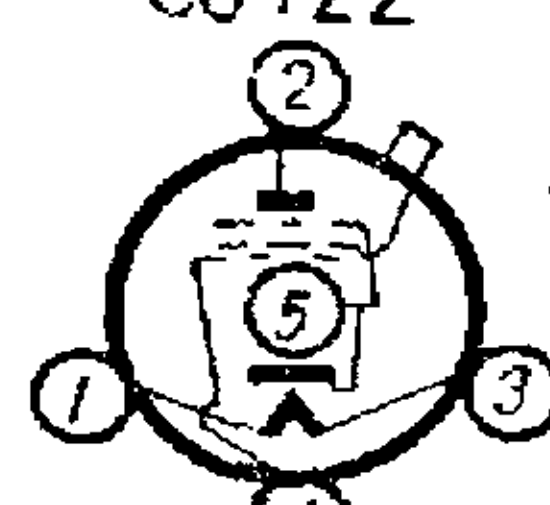
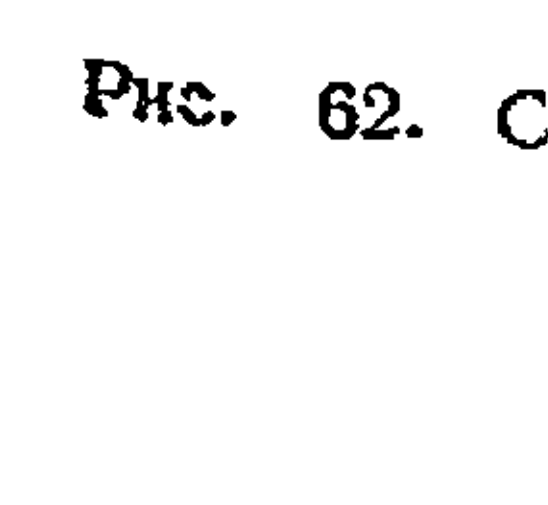
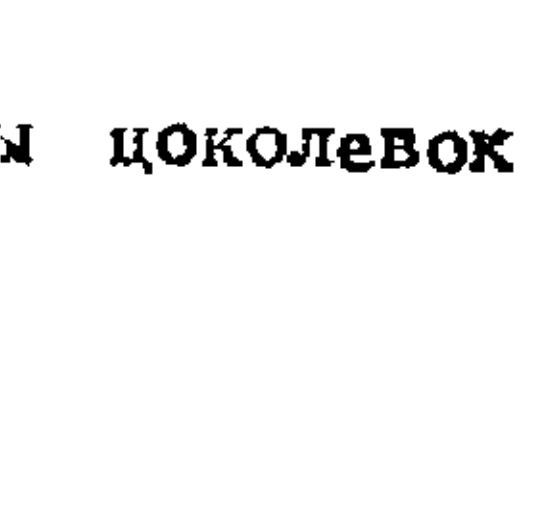
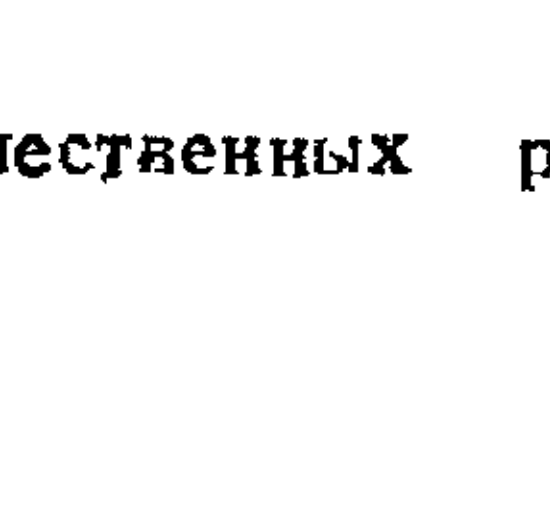
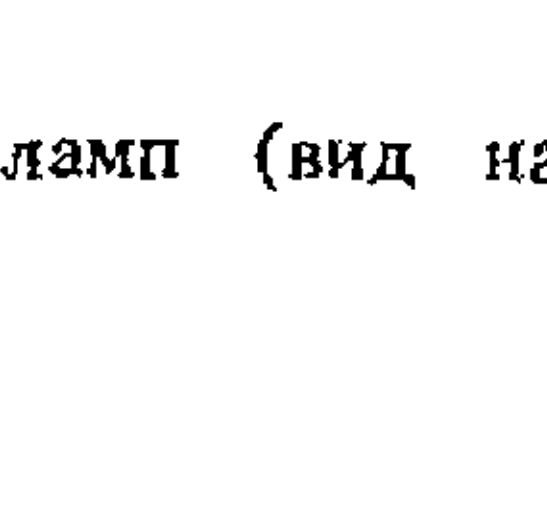
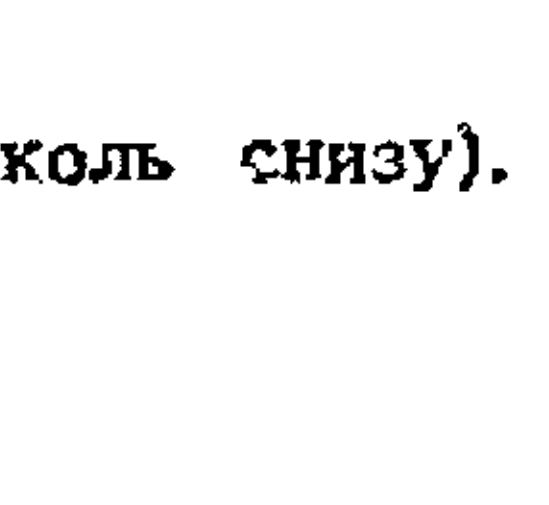


 1Ц1	 2Х2/879	 5У4С	 6ВХ1	 С0182
 С0183	 С0185	 С0187	 С0193	 В879
 6СЖ	 6КЖ	 1К1П	 1А1П	 1Б1П
 2П1П	 Г411	 Г412 Г413	 Г418	 ГУ4
 40104 4Б107 4Б110 4Б132	 СБ42 СБ147	 СБ155	 СБ194	 В0230
 4Б152 40186	 СБ151 СБ154	 С0118	 С0124 С0148	 В0360
 В0116 В0125	 В0188 В0202	 В0239	 П0119 (4Н4С)	 С0122
			 (4Ж5С 4К5С)	 (4Ф5С)

Рис. 62. Схемы цоколевки отечественных радиоламп (вид на цоколь снизу).

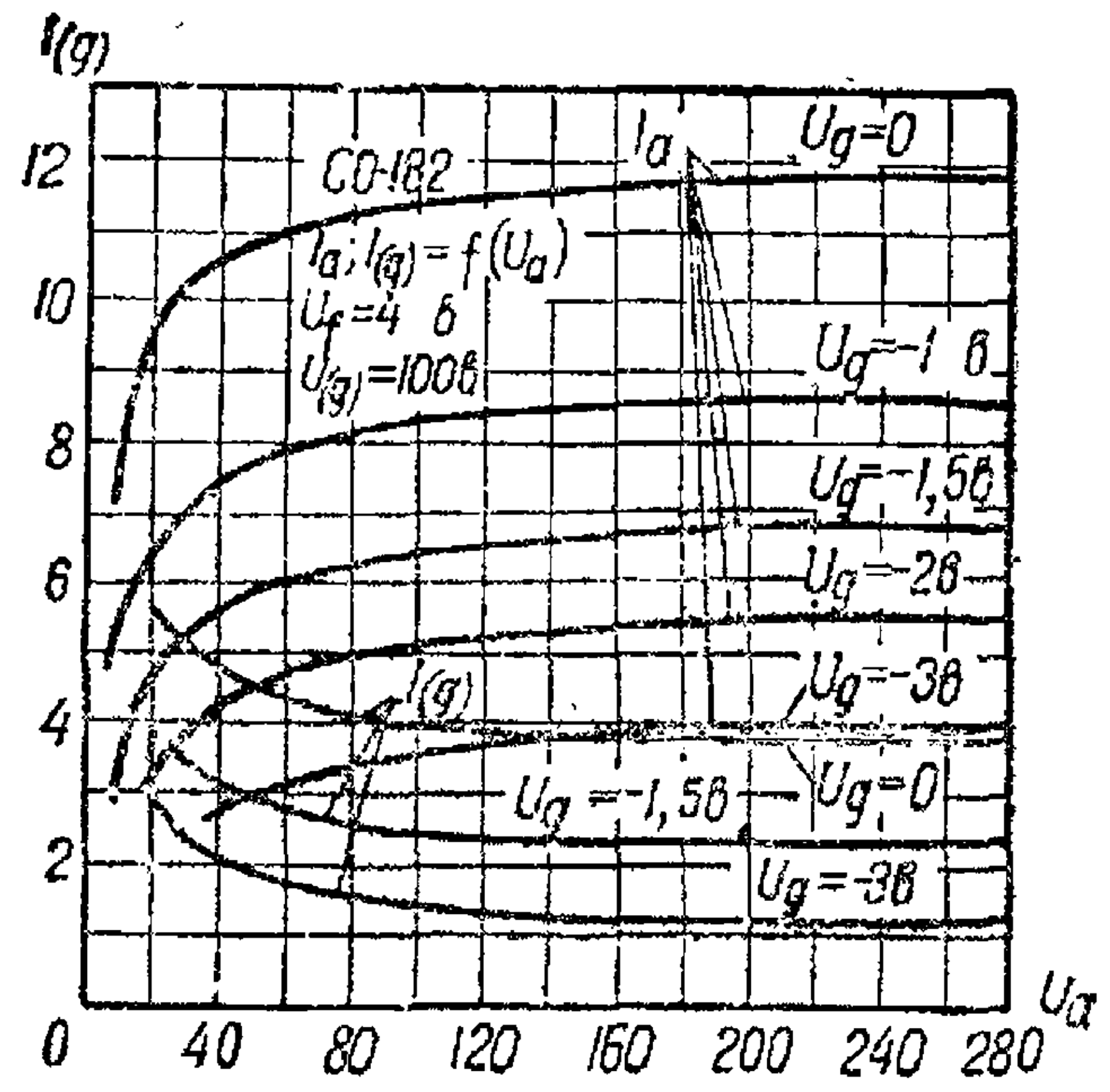


Рис. 63. Анодные характеристики лампы CO-182.

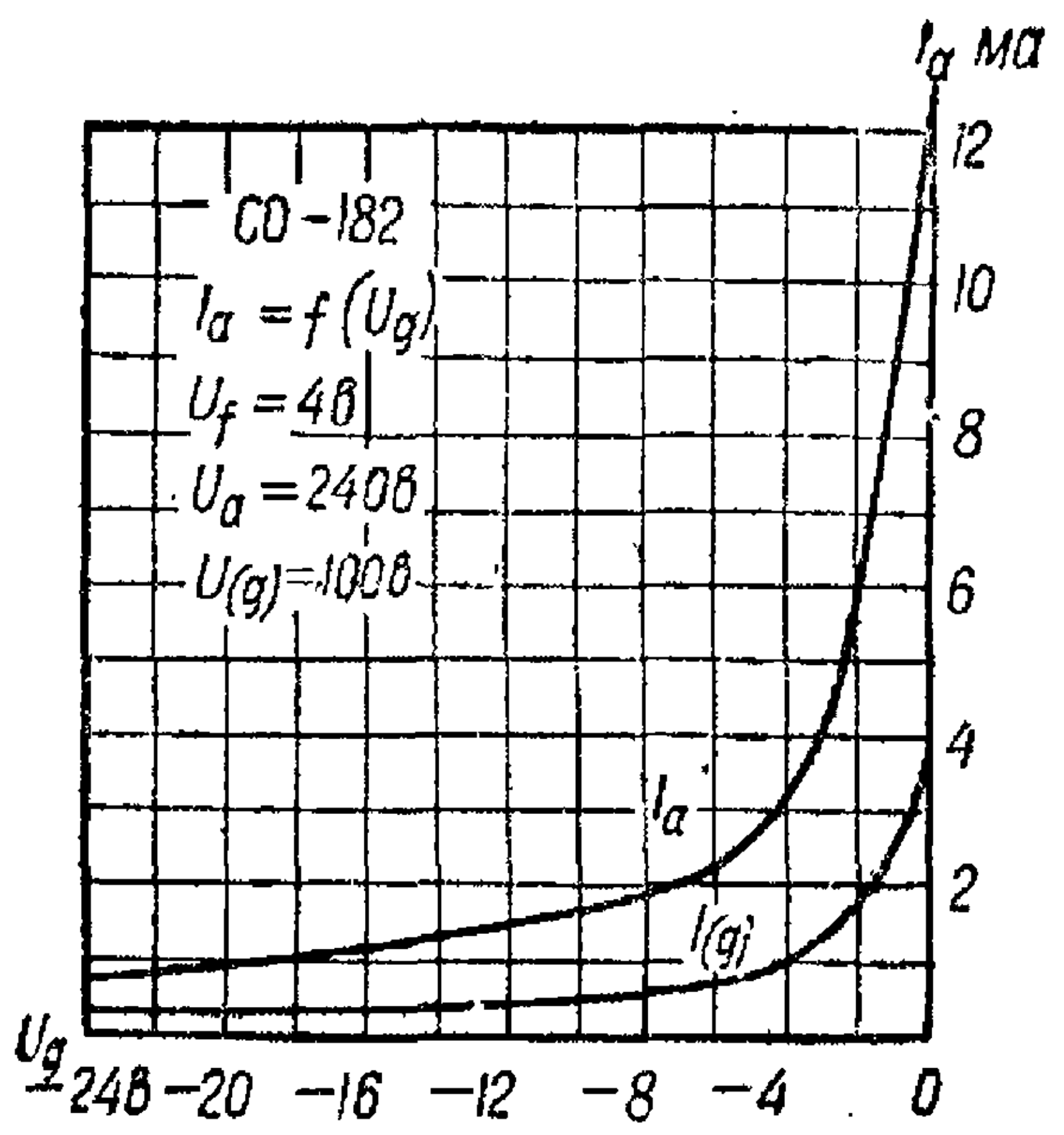


Рис. 64. Сеточные характеристики лампы CO-182.

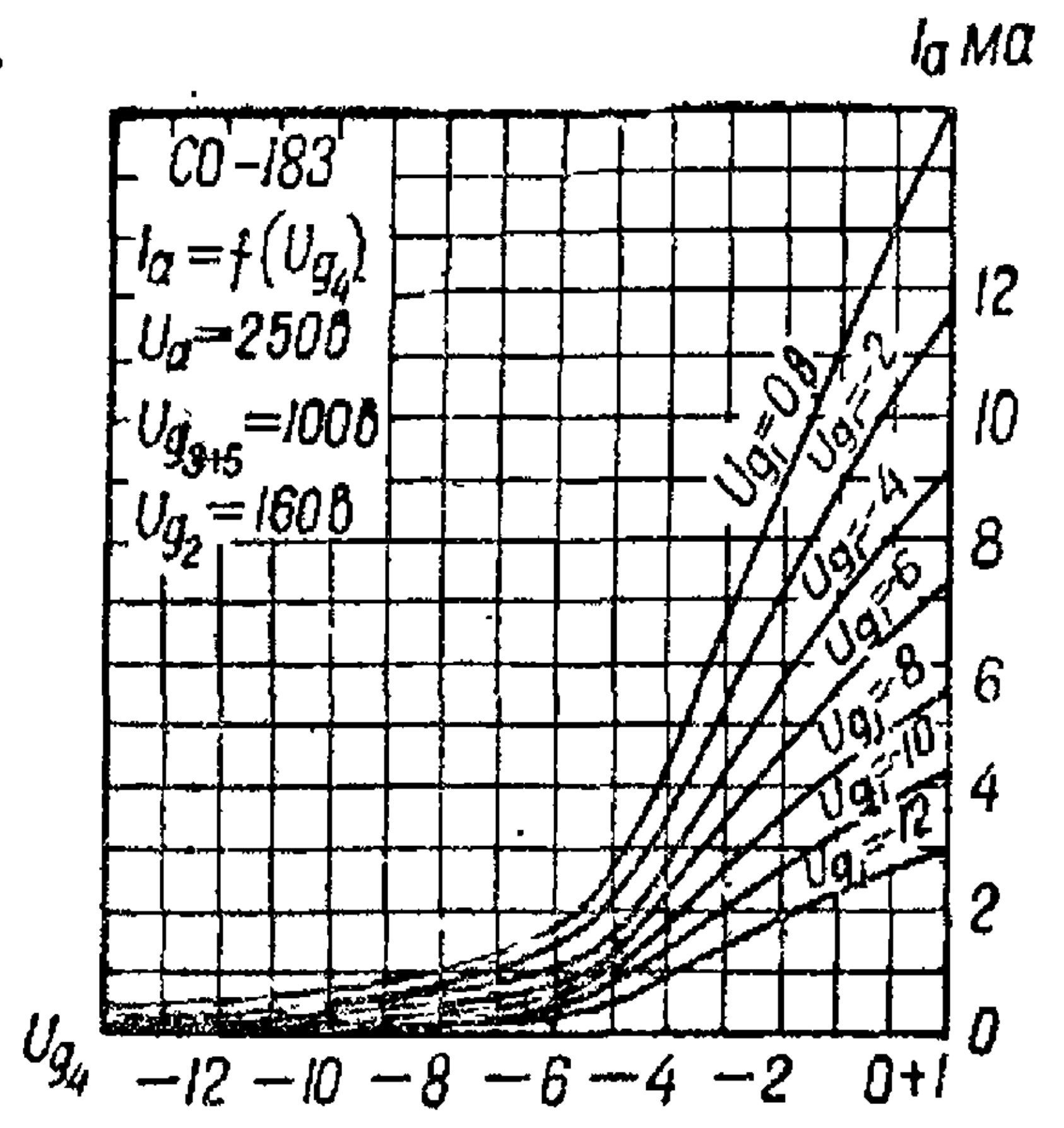


Рис. 65. Зависимость анодного тока лампы CO-183 от напряжения на четвертой сетке.

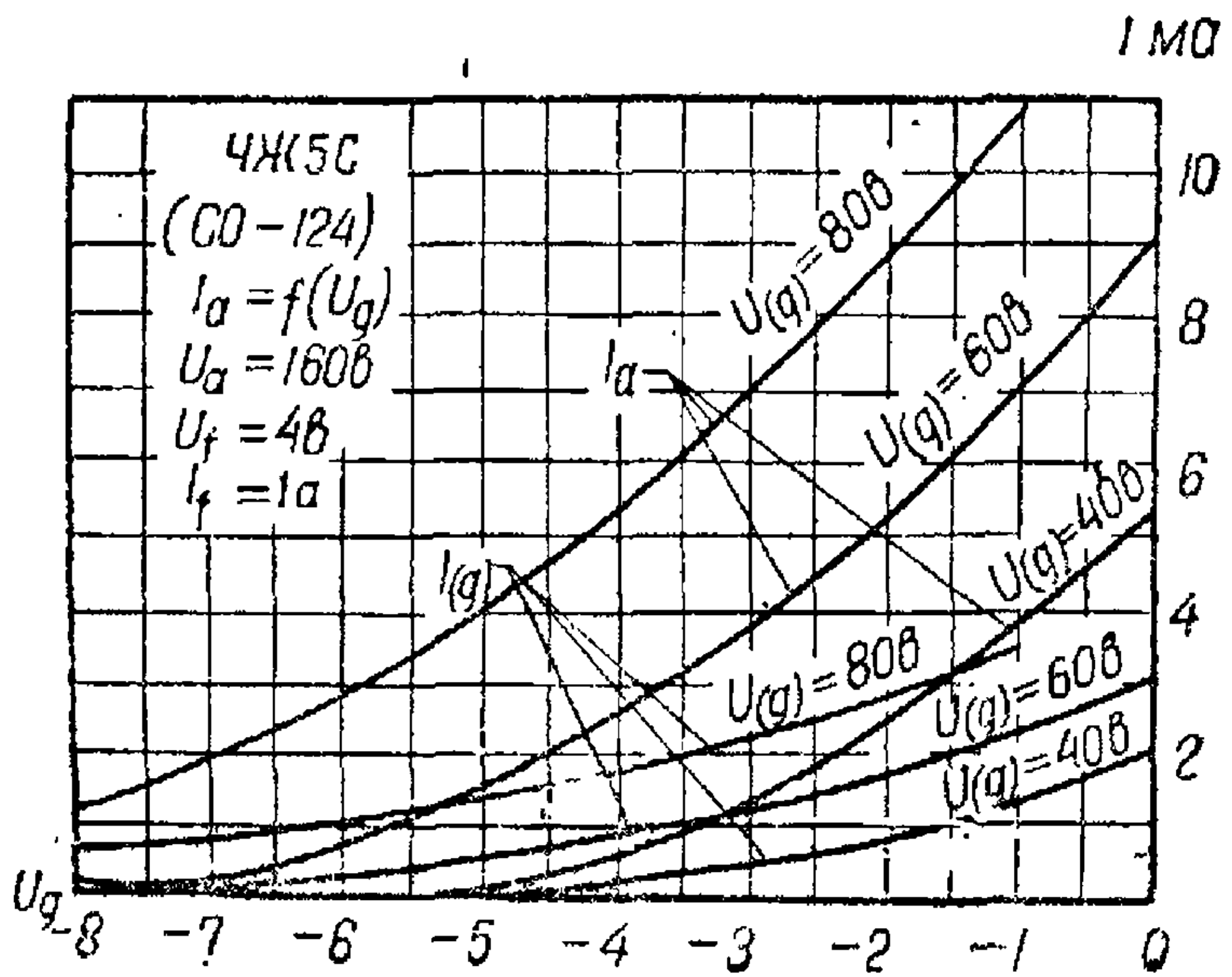


Рис. 66. Сеточные характеристики лампы 4Ж5С (CO-124).

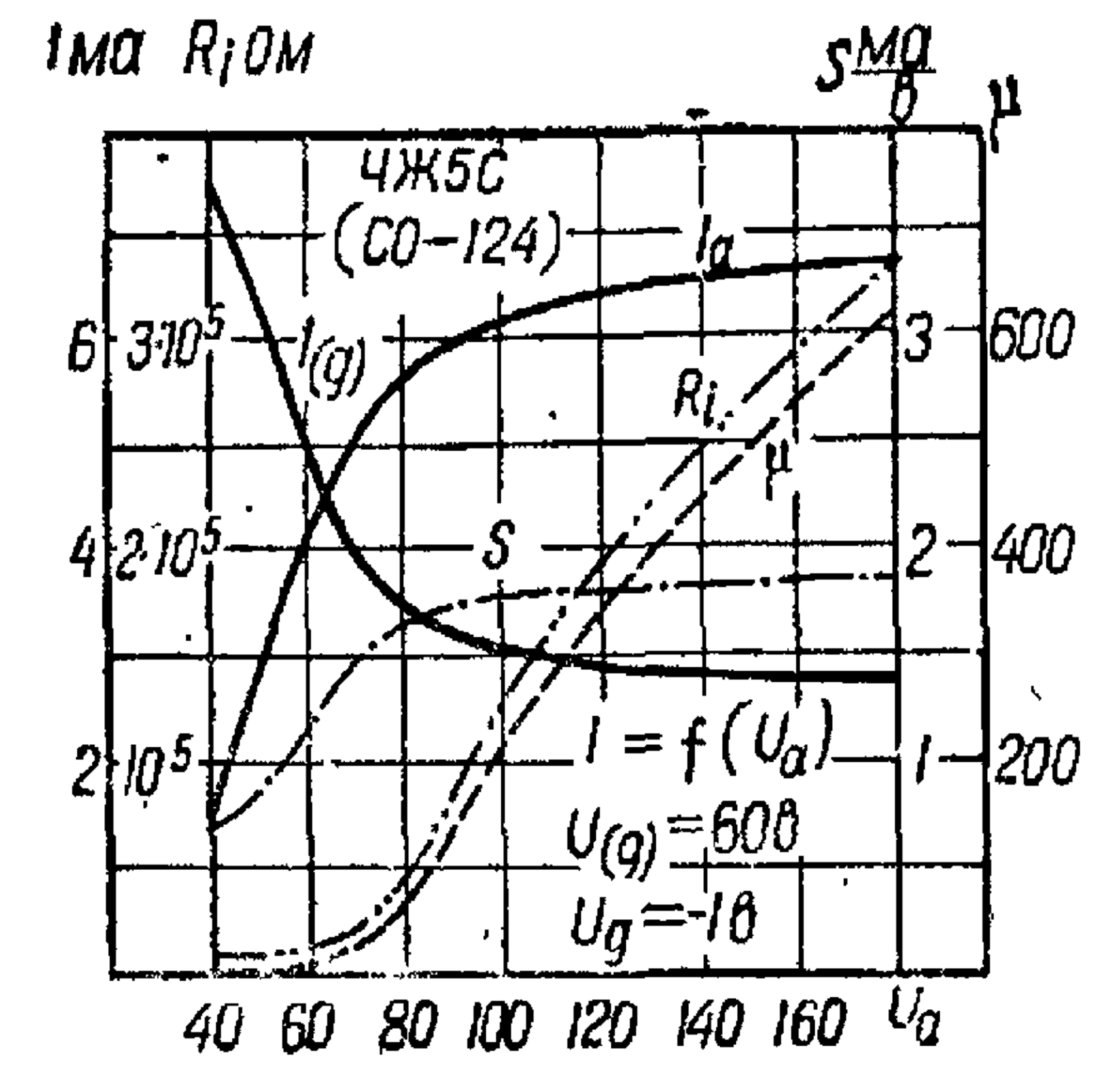


Рис. 67. Характеристики ламп 4Ж5С (CO-124).

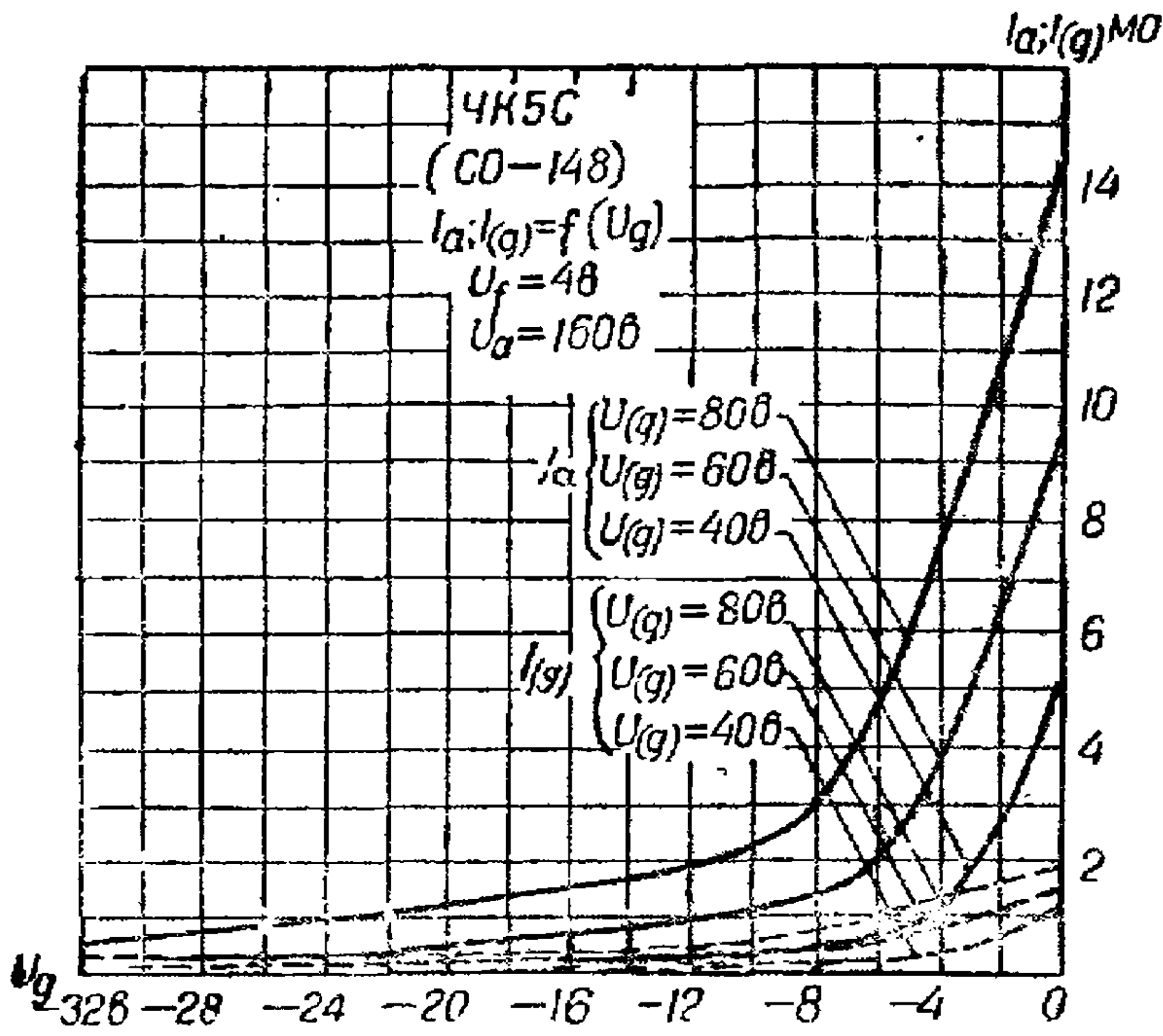


Рис. 68. Сеточные характеристики лампы 4K5C (CO-148).

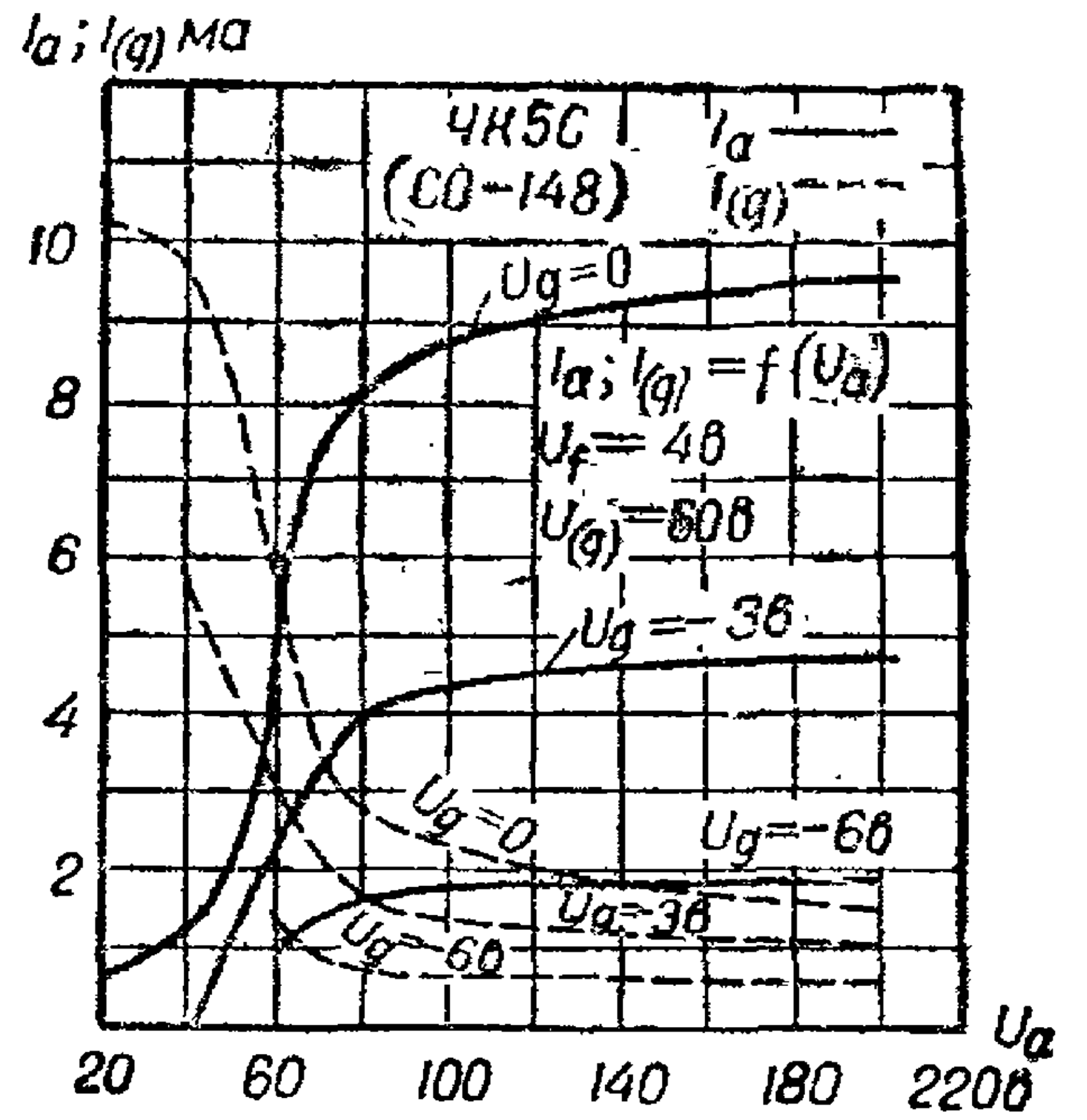


Рис. 69. Анодные характеристики лампы 4K5C (CO-148).

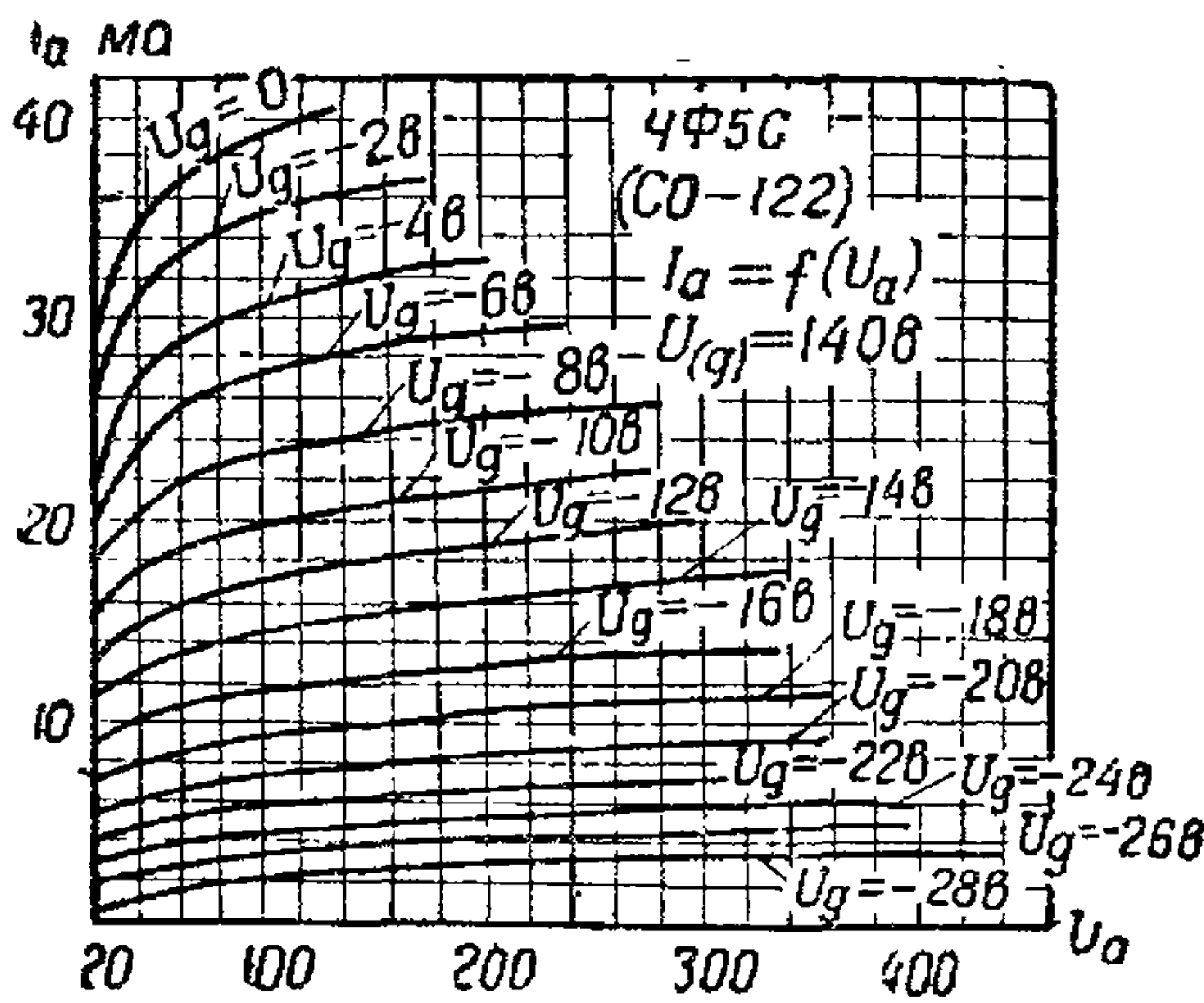


Рис. 70. Анодные характеристики лампы 4Ф5С (CO-122).

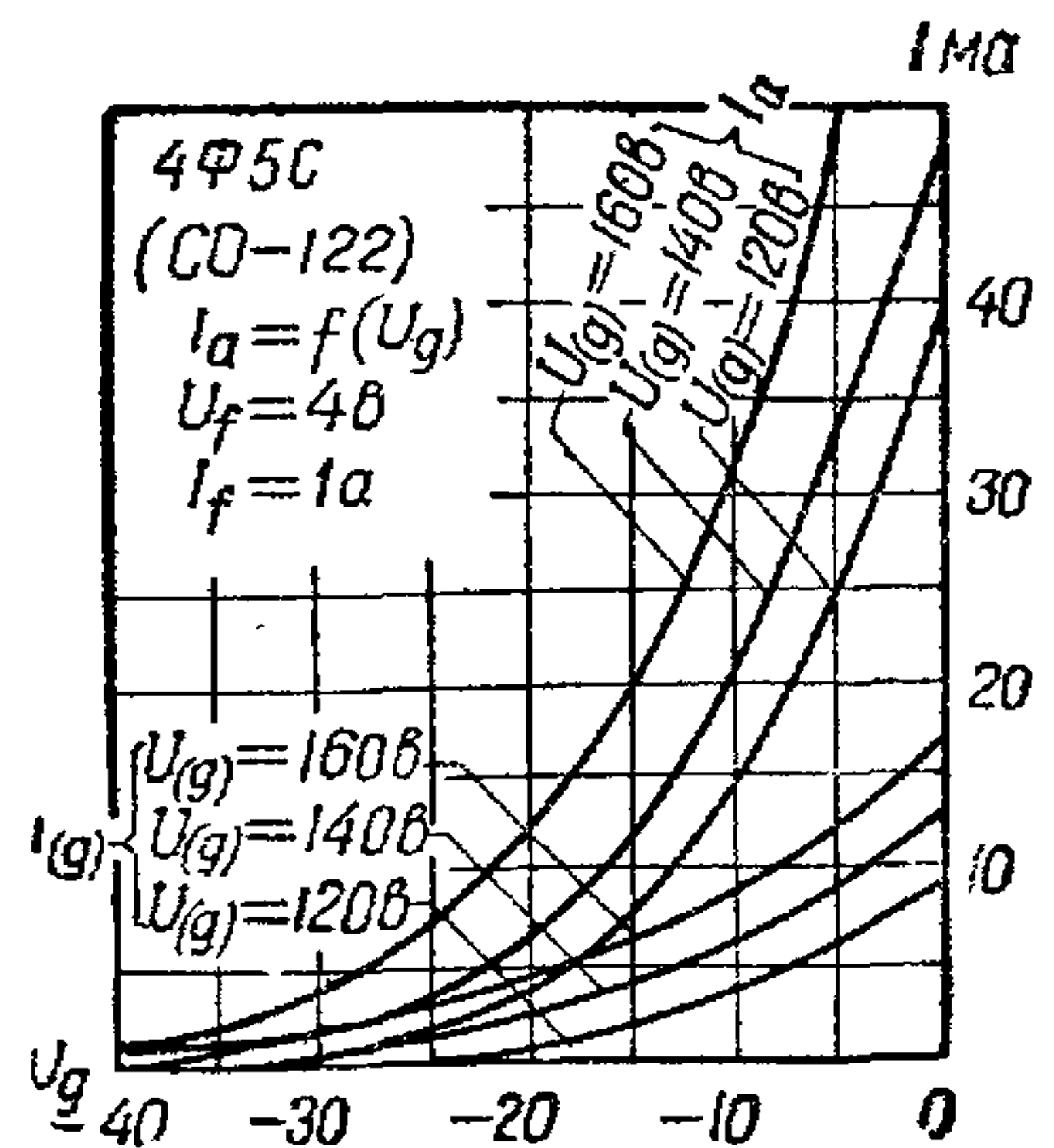


Рис. 71. Сеточные характеристики лампы 4Ф5С (CO-122).

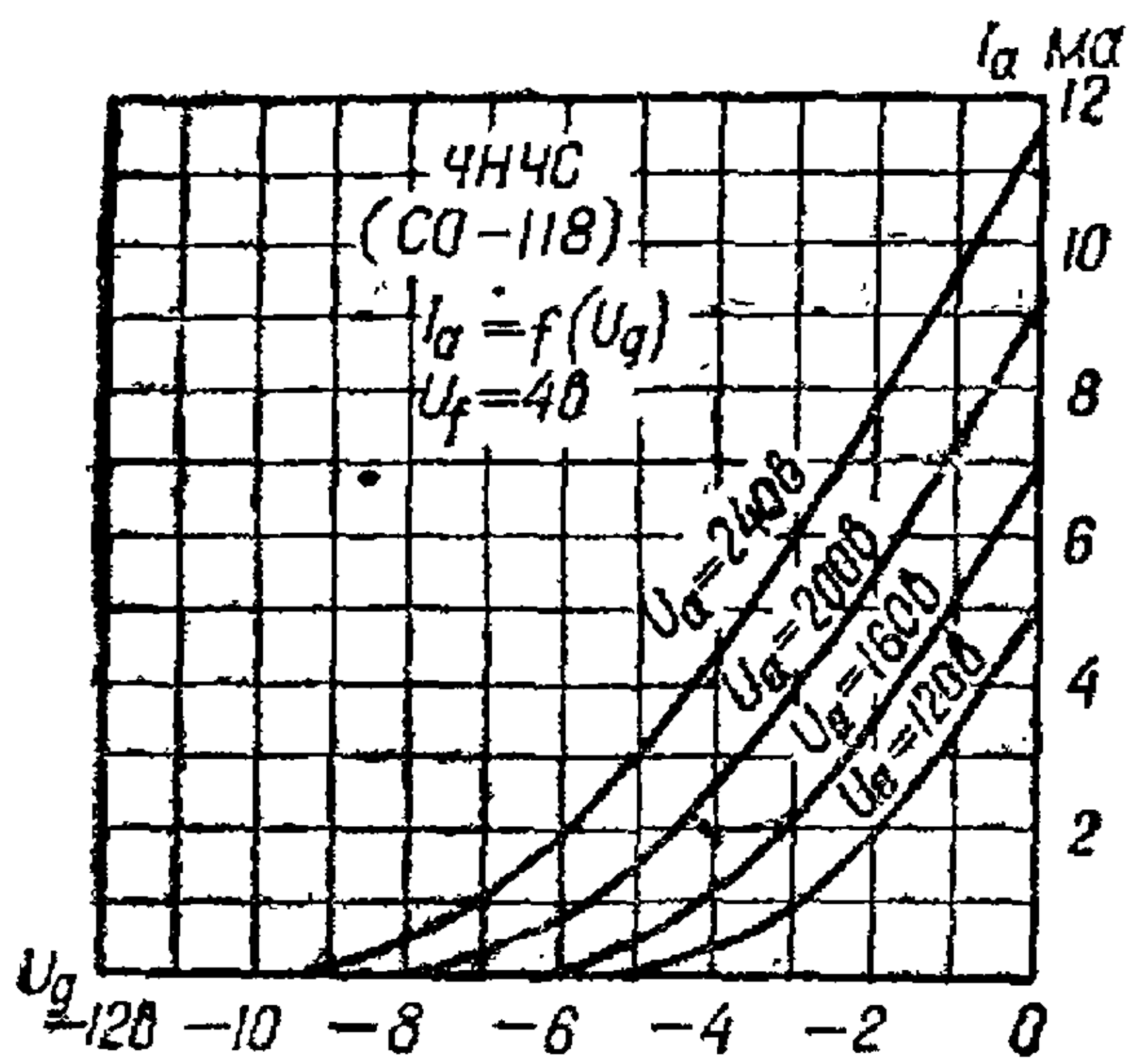


Рис. 72. Сеточные характеристики лампы 4H4C (CO-118).

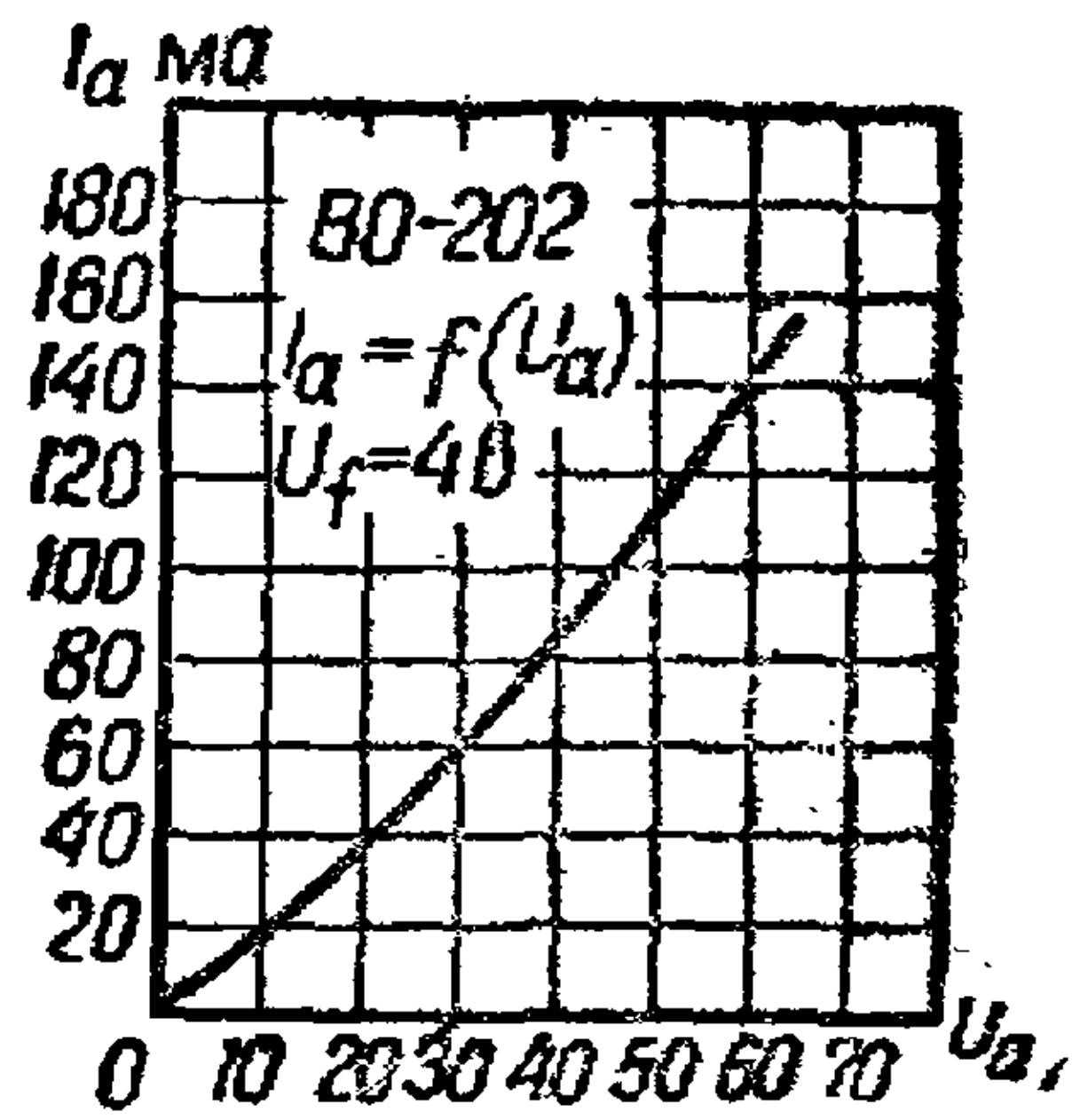


Рис. 73. Характеристика лампы 60-202.

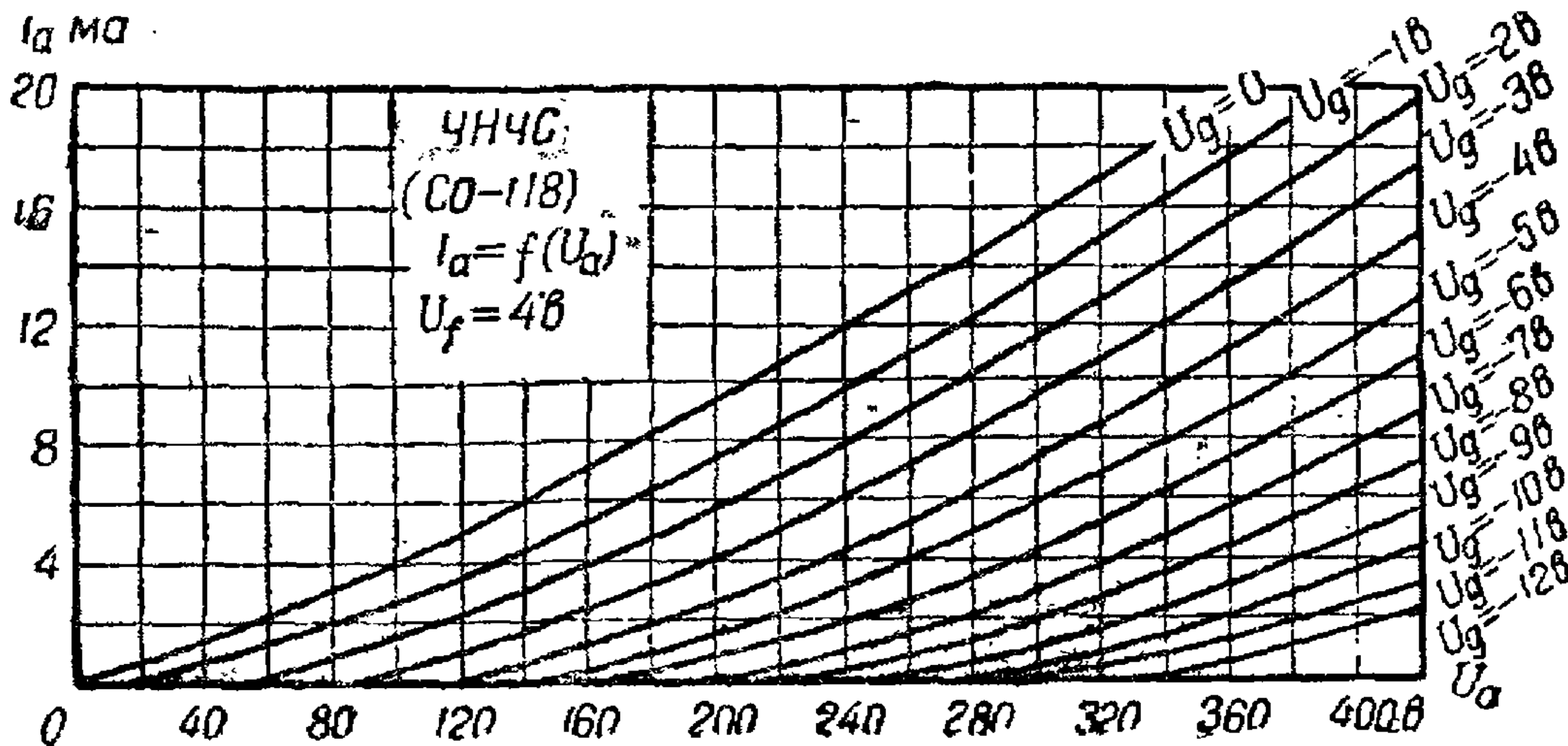


Рис. 74. Анодные характеристики лампы 4H4C (CO-118).

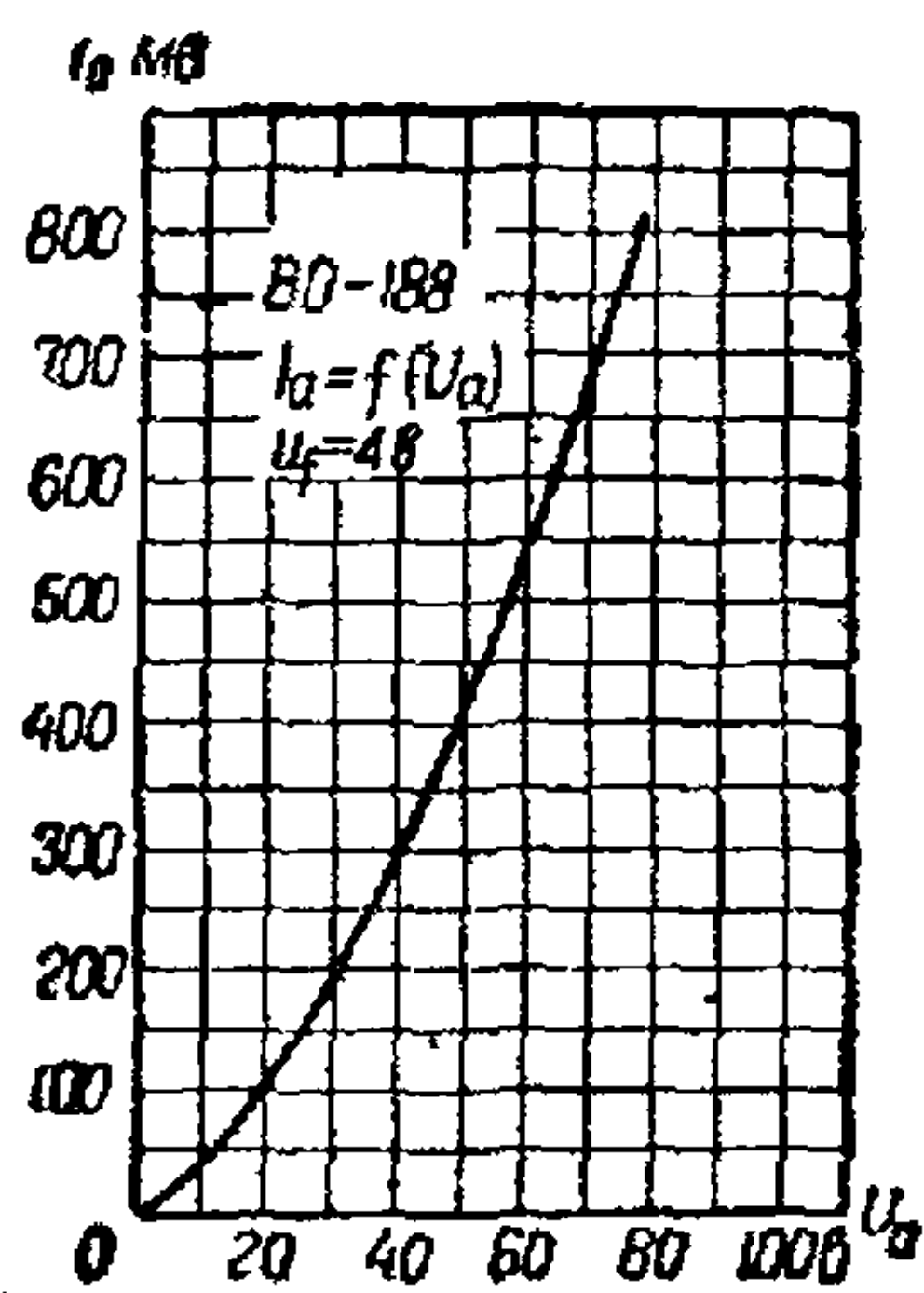


Рис. 75. Характеристика лампы 60-188.

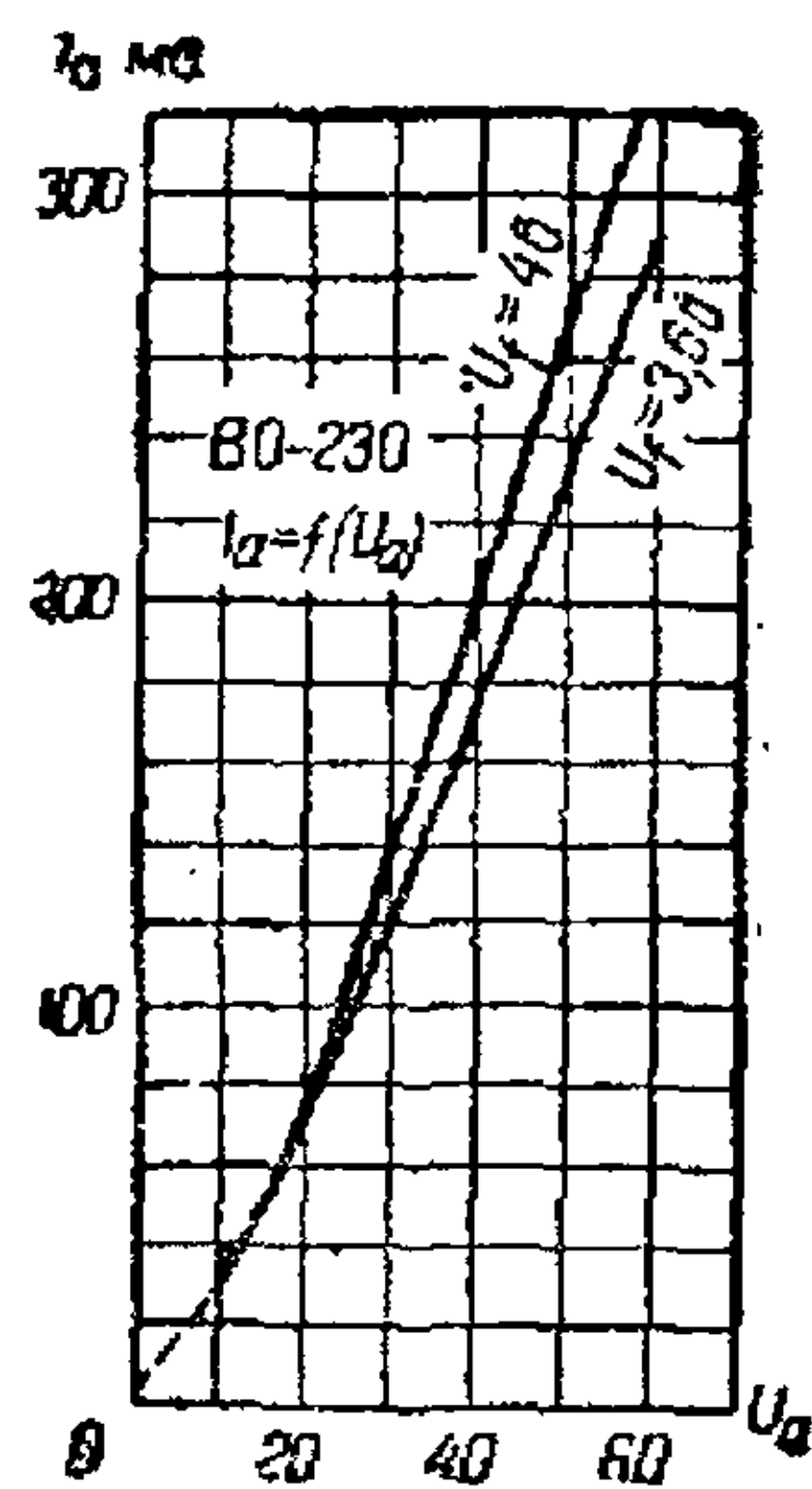


Рис. 76. Характеристика лампы 60-230.

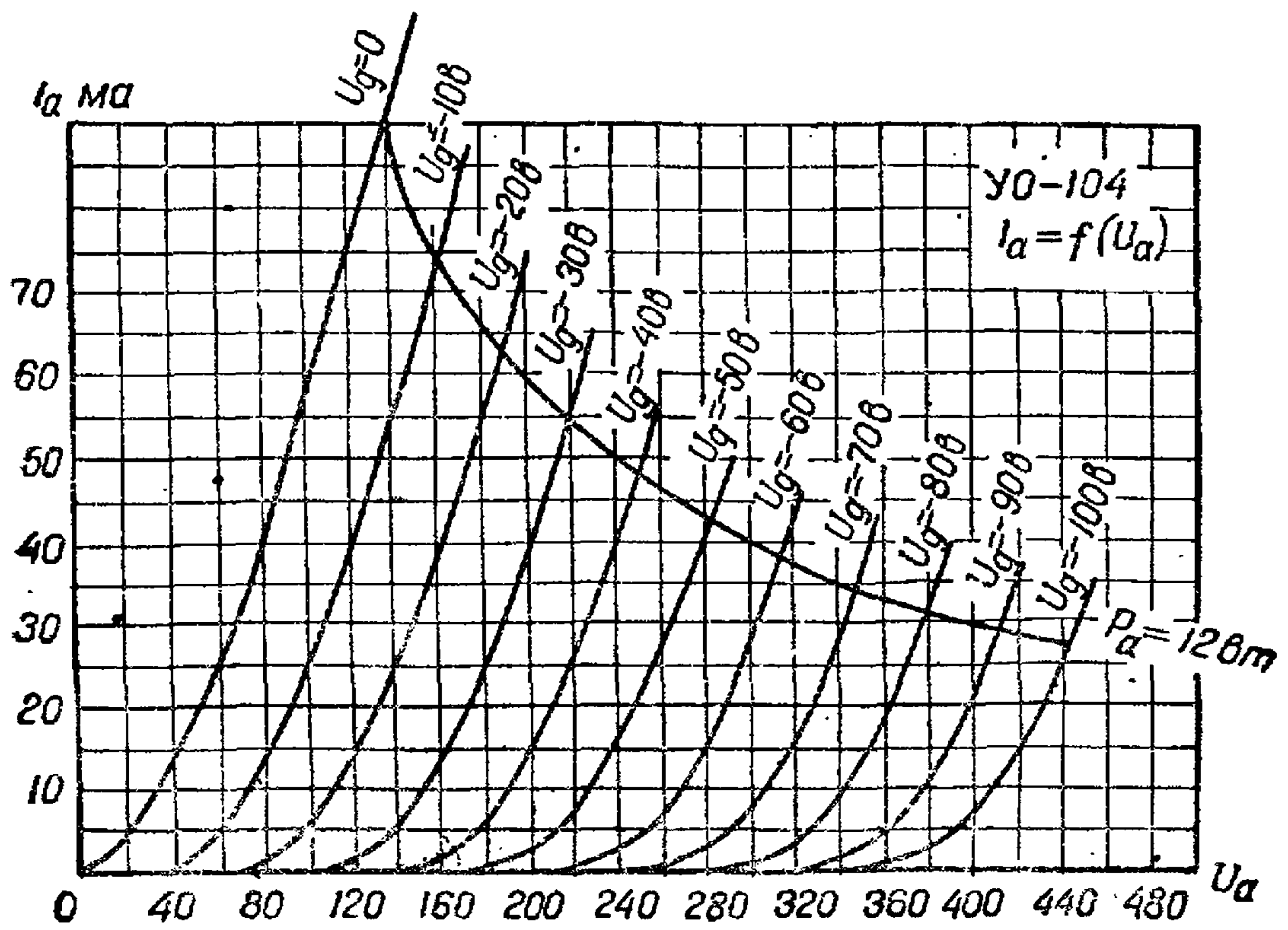


Рис. 77. Анодные характеристики лампы YO-104.

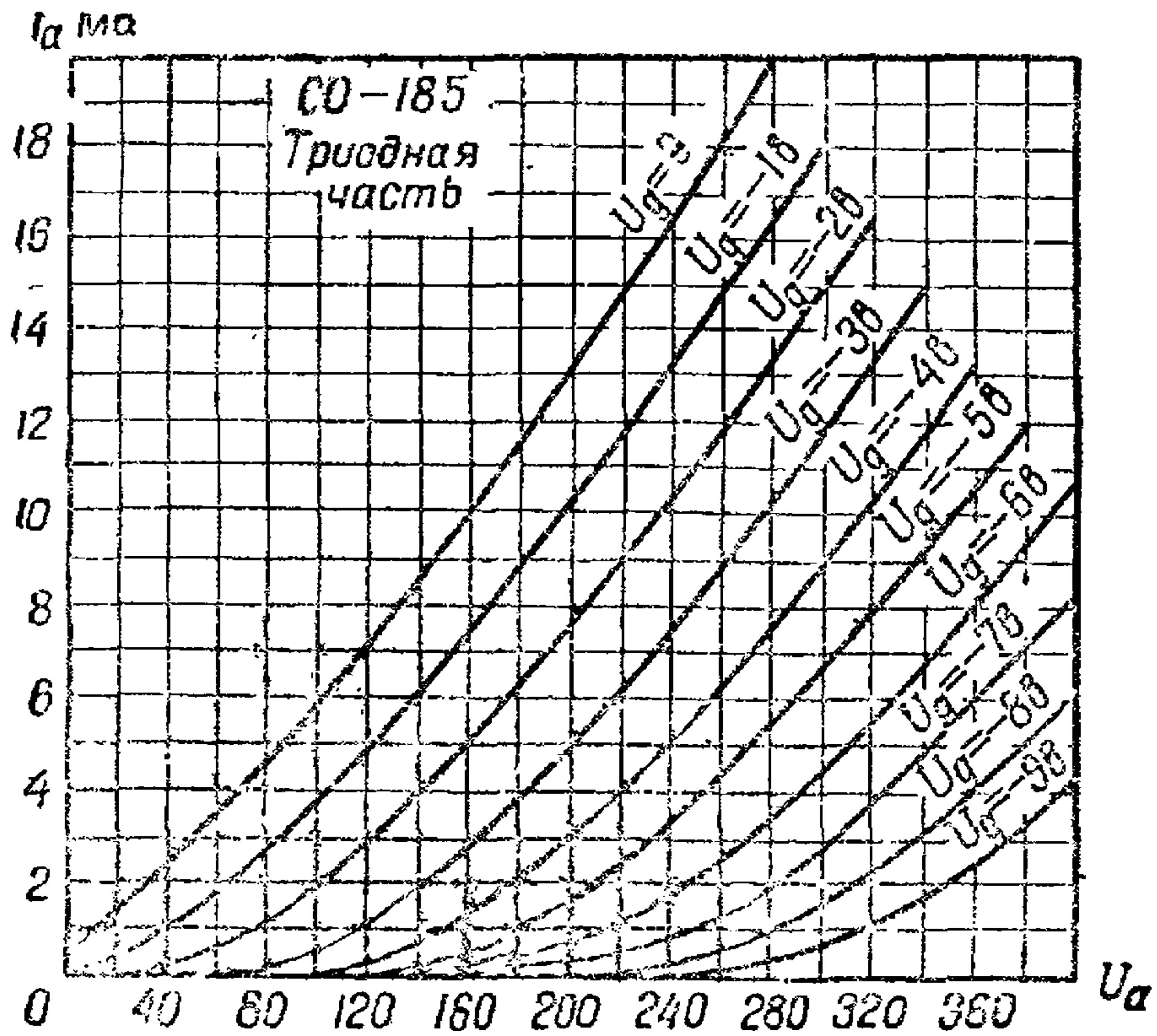


Рис. 78. Анодные характеристики триодной части лампы CO-185.

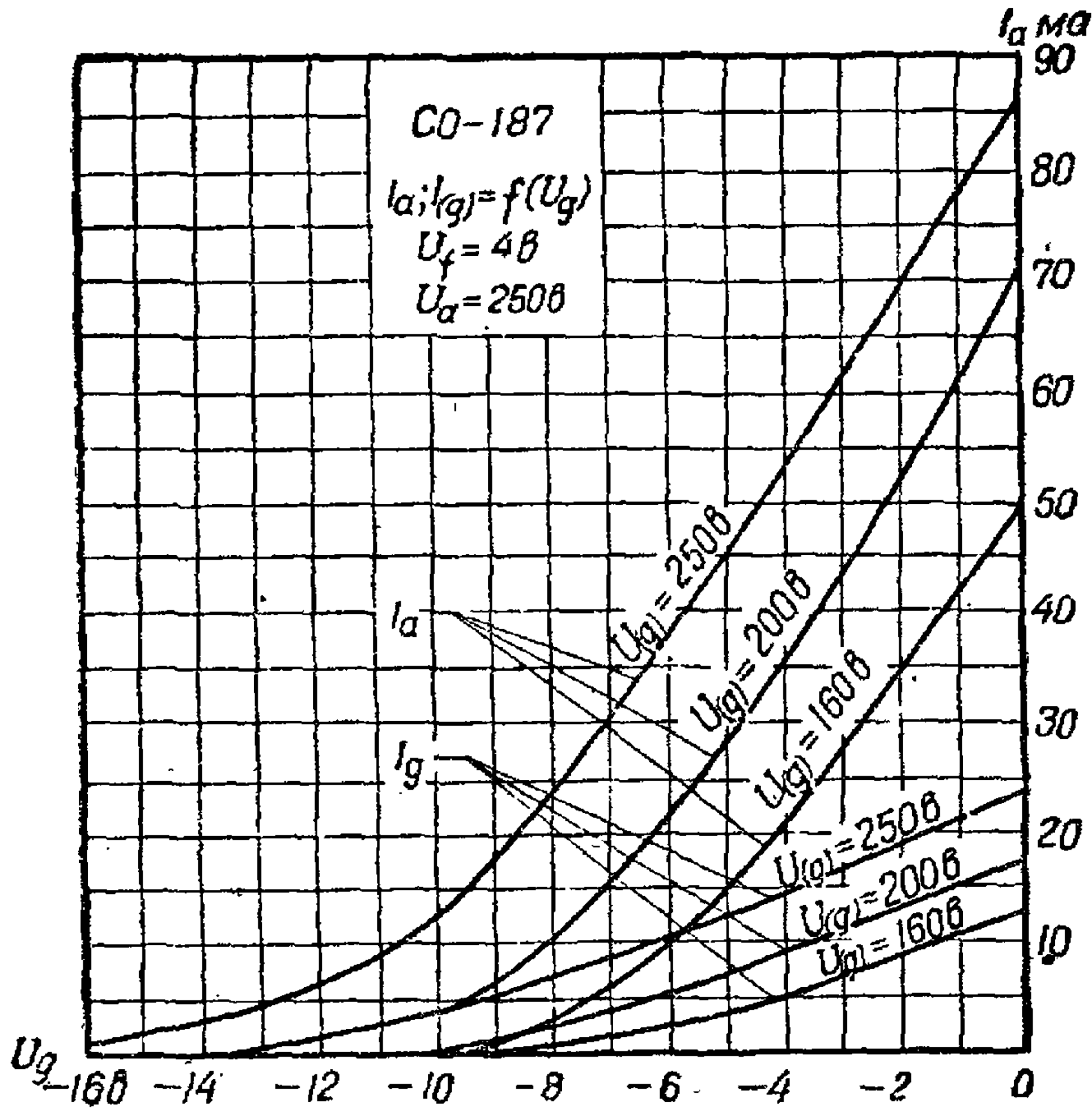


Рис. 79. Сеточные характеристики лампы CO-187.

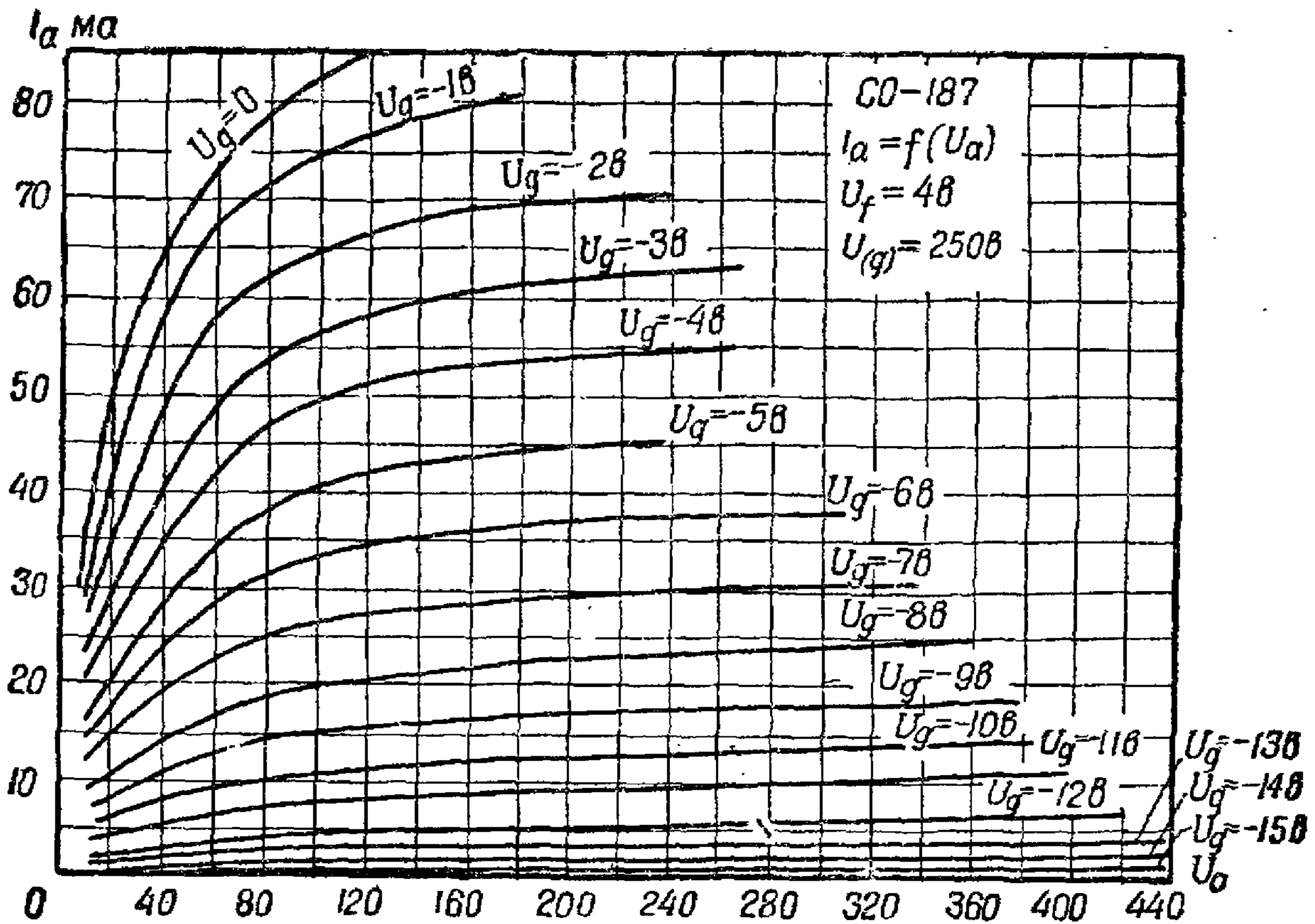


Рис. 80. Анодные характеристики лампы CO-187.

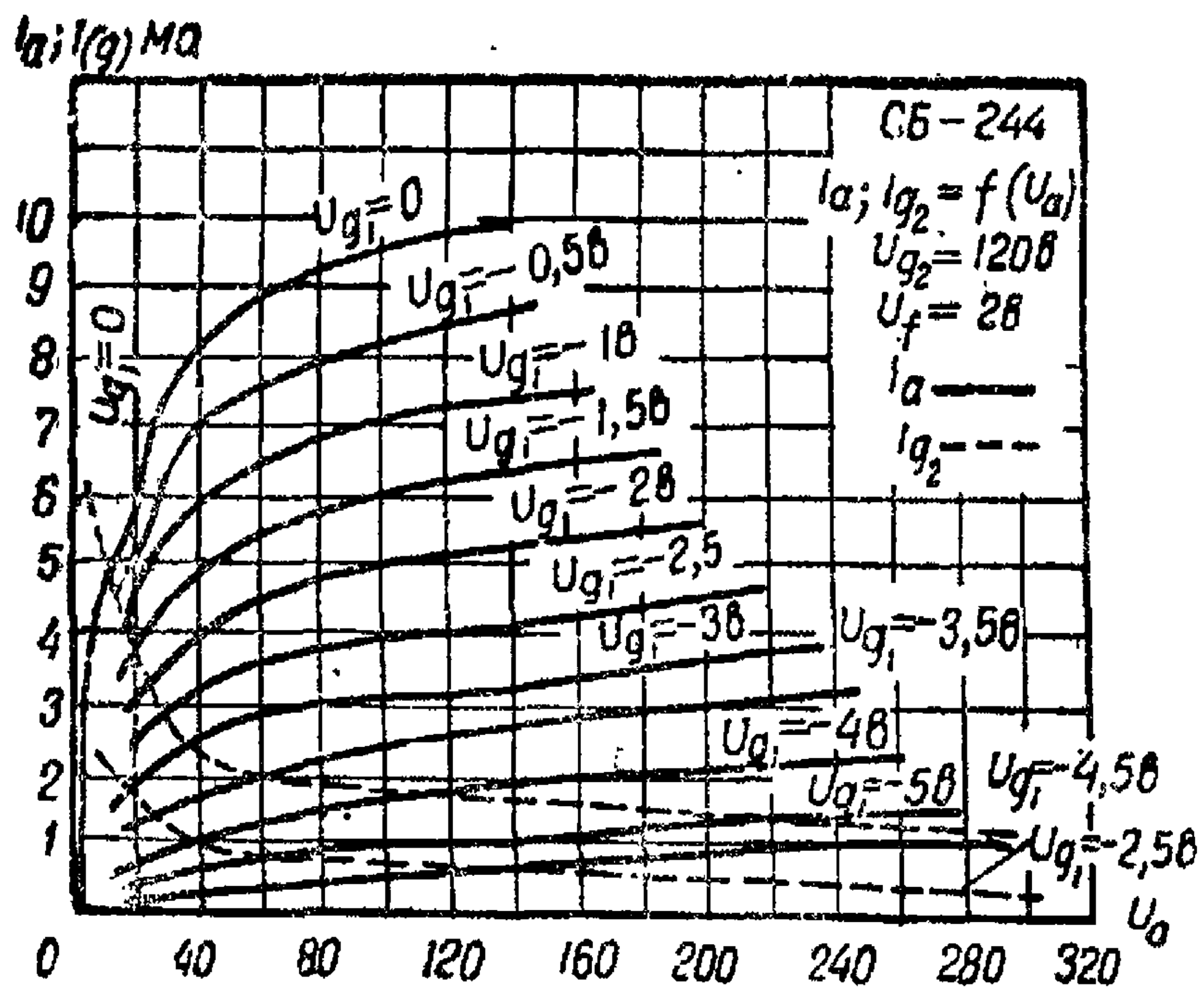


Рис. 81. Анодные характеристики лампы 6B-244.

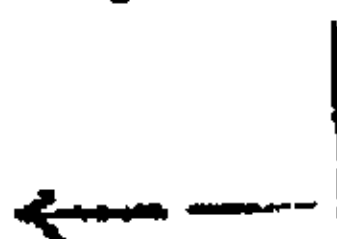


Рис. 82. Зависимость анодного тока лампы 2A1M (6B-242) от напряжения на четвертой сетке.

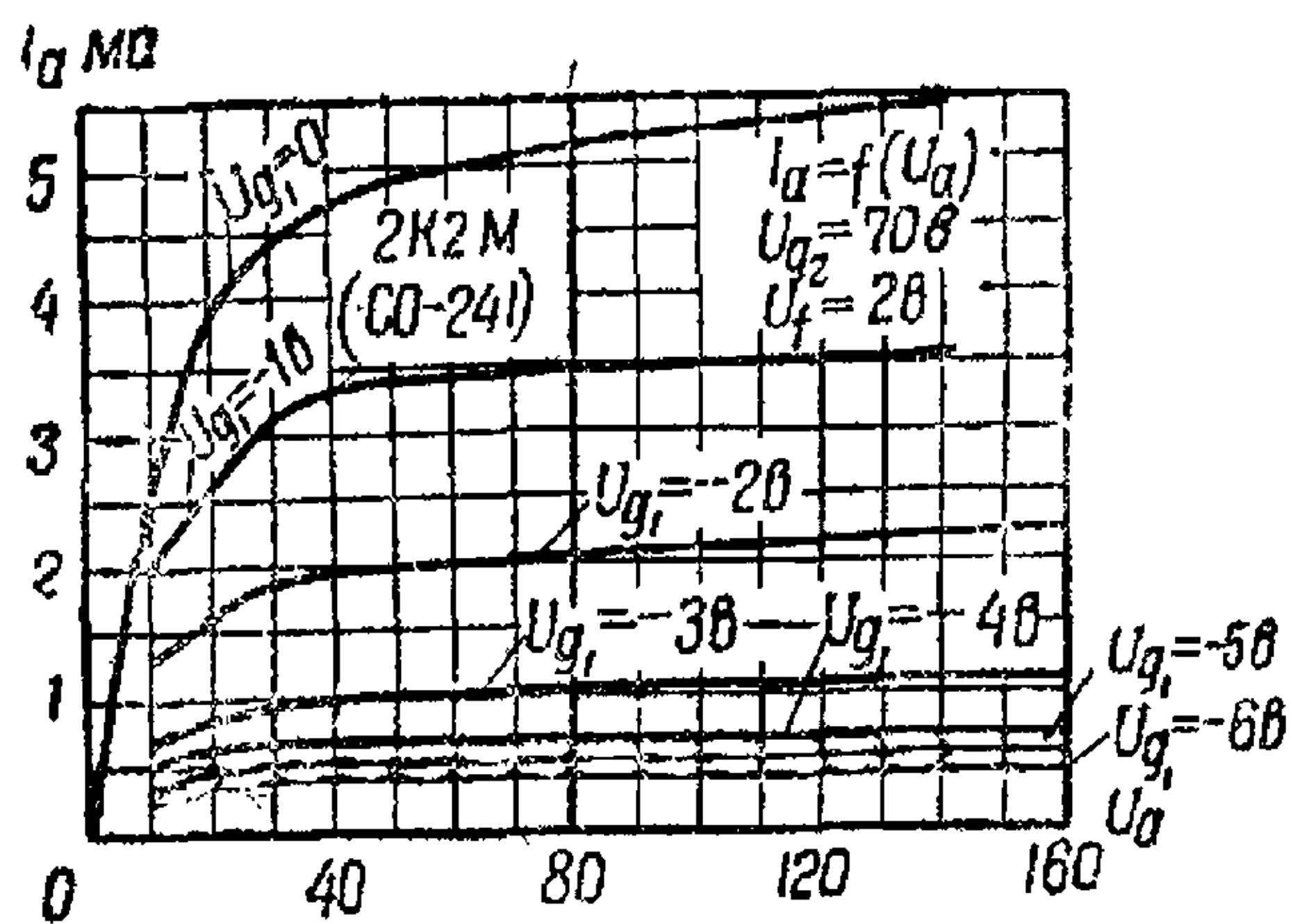
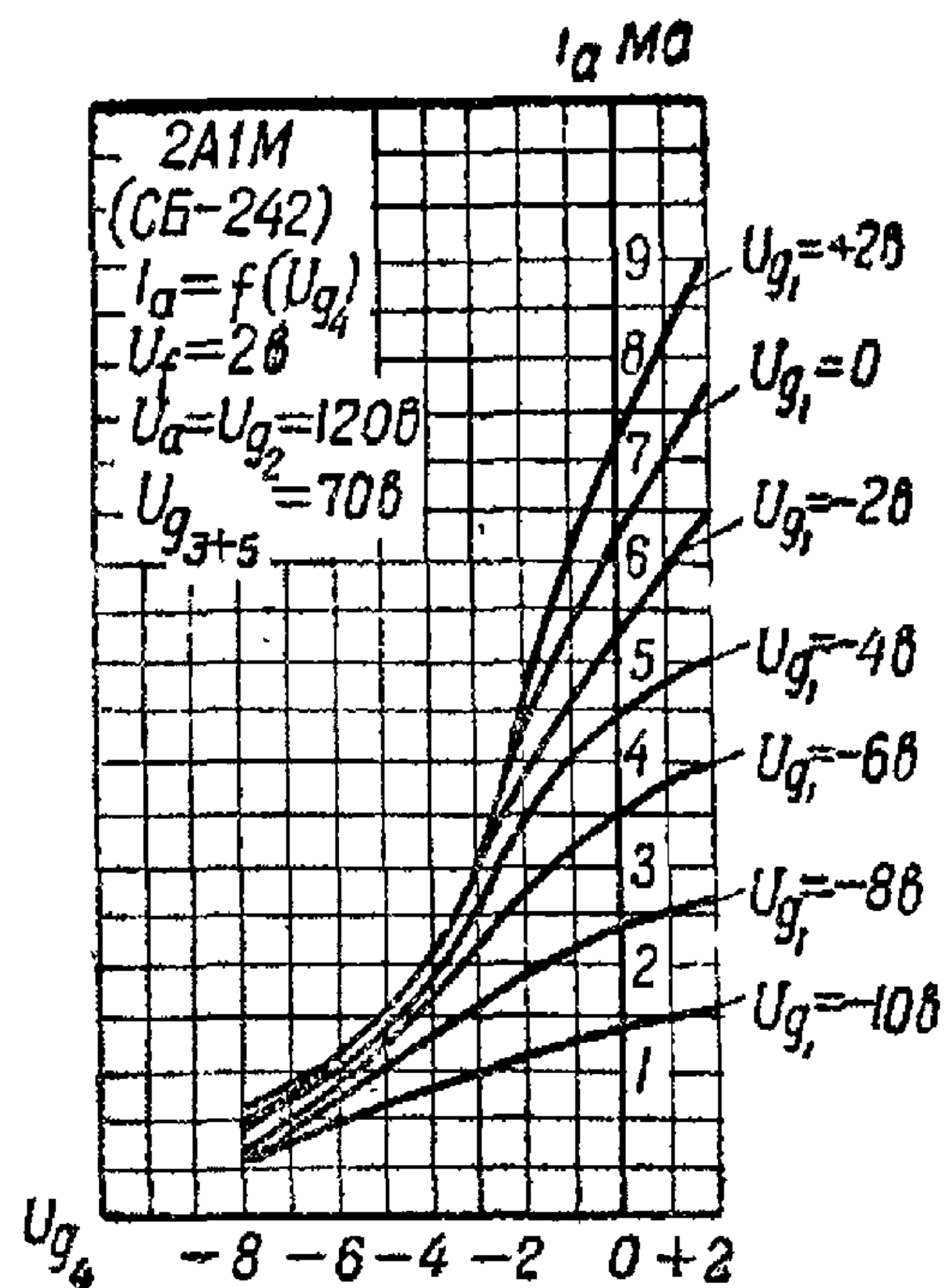


Рис. 83. Анодные характеристики лампы 2K2M (CO-241).

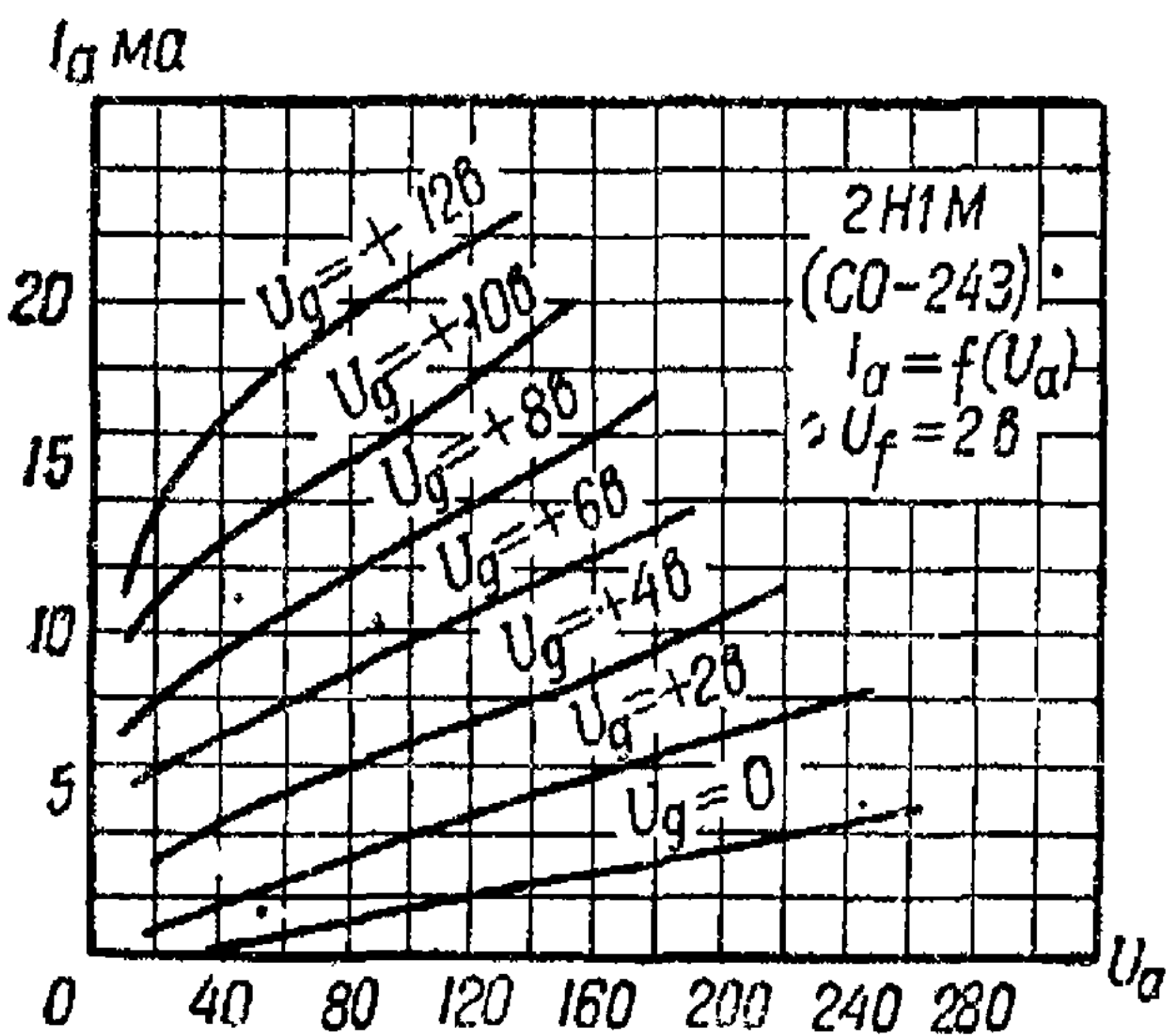


Рис. 84. Анодные характеристики лампы 2H1M (CO-243).

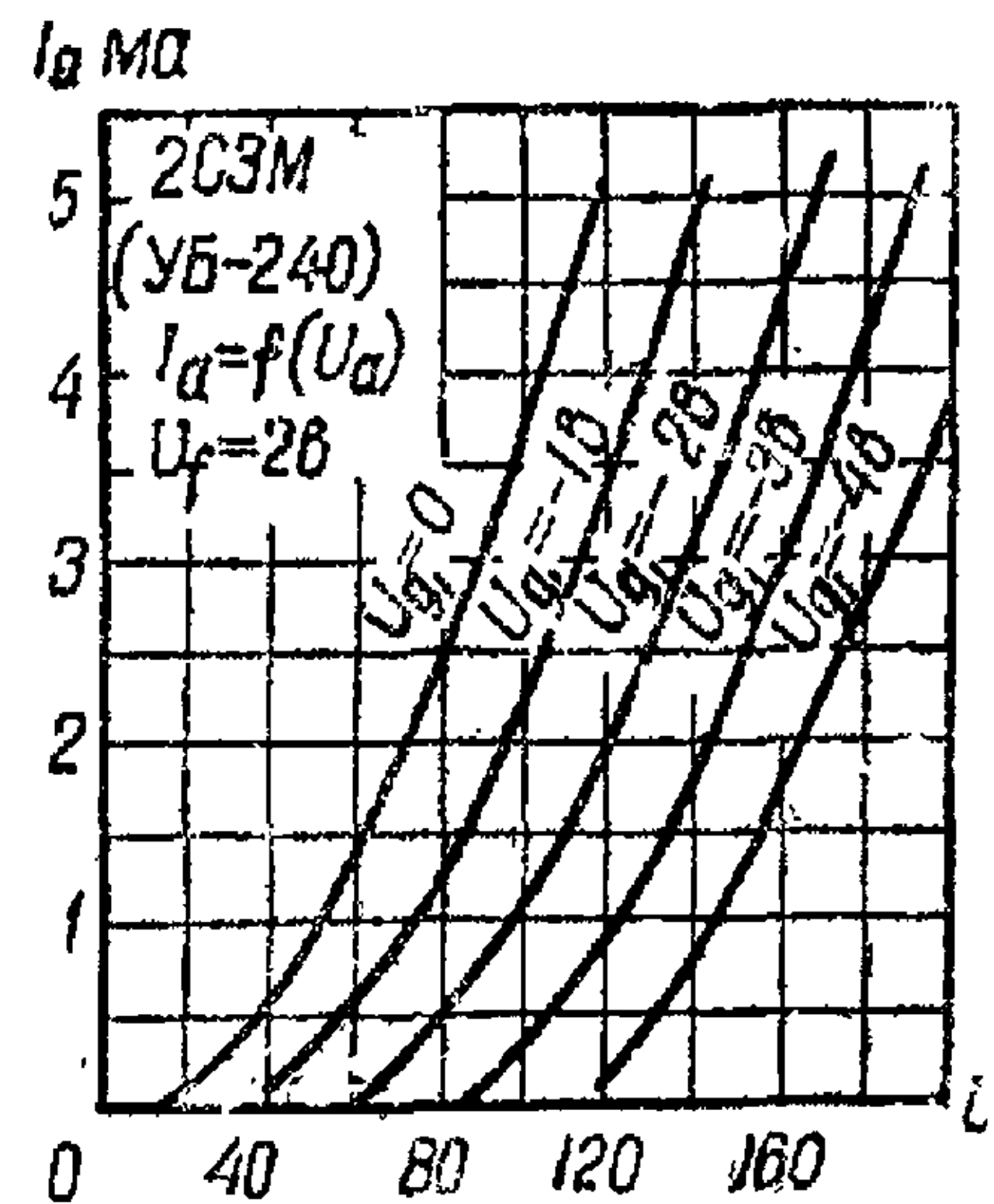


Рис. 85. Анодные характеристики лампы 2C3M (УБ-240).

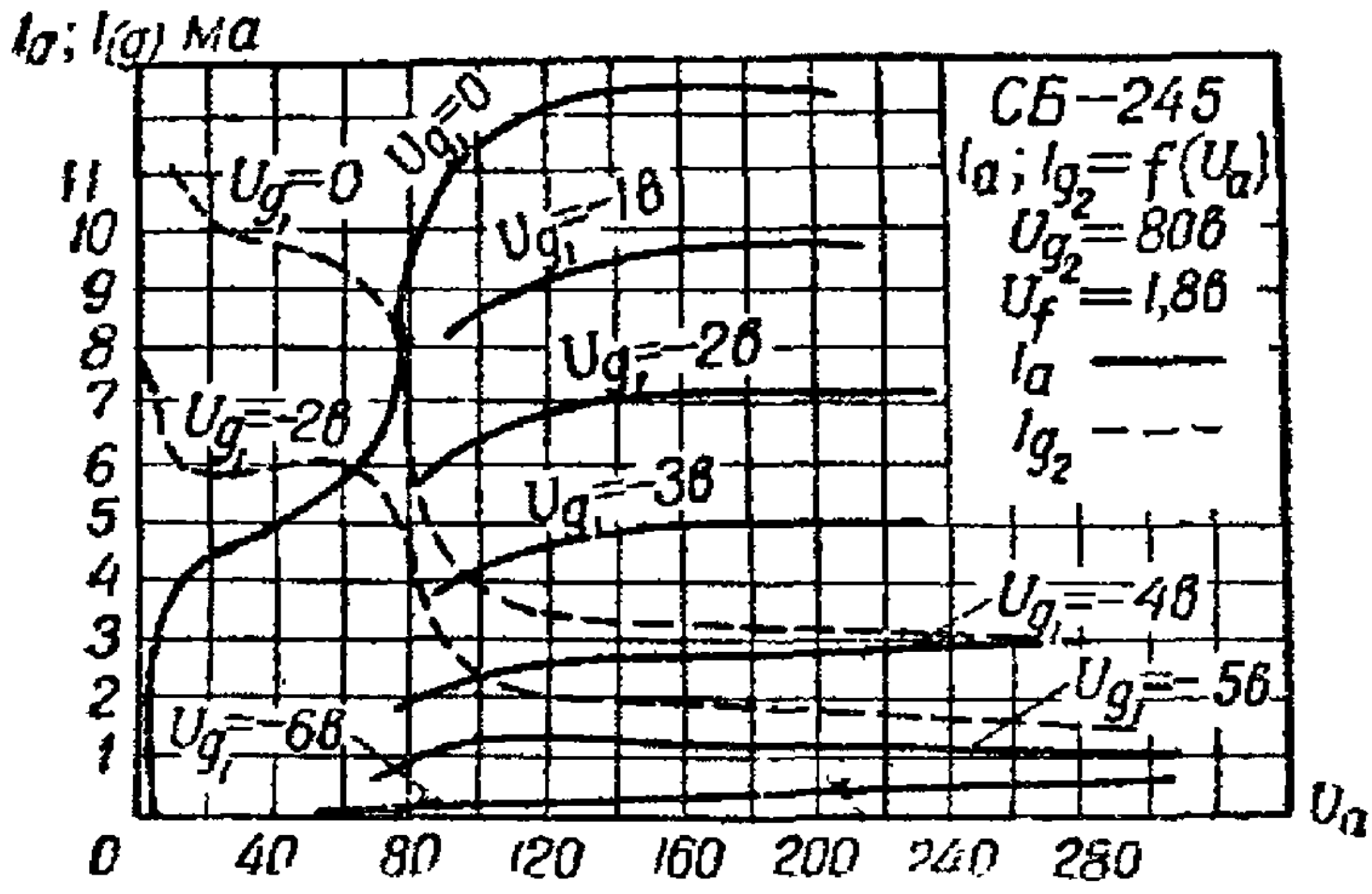


Рис. 86. Анодные характеристики лампы CB-245.

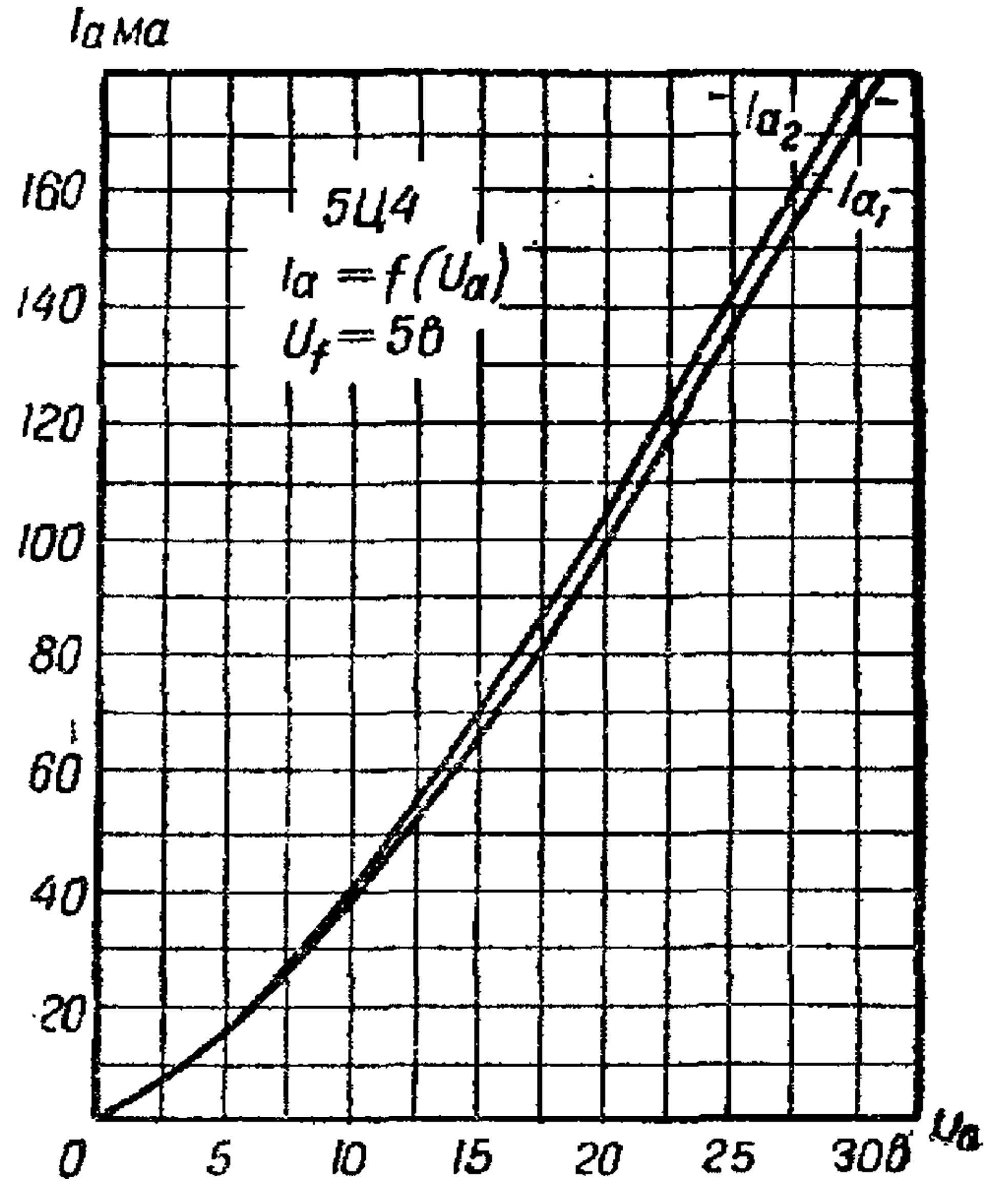


Рис. 88. Характеристика лампы 5Ц4.

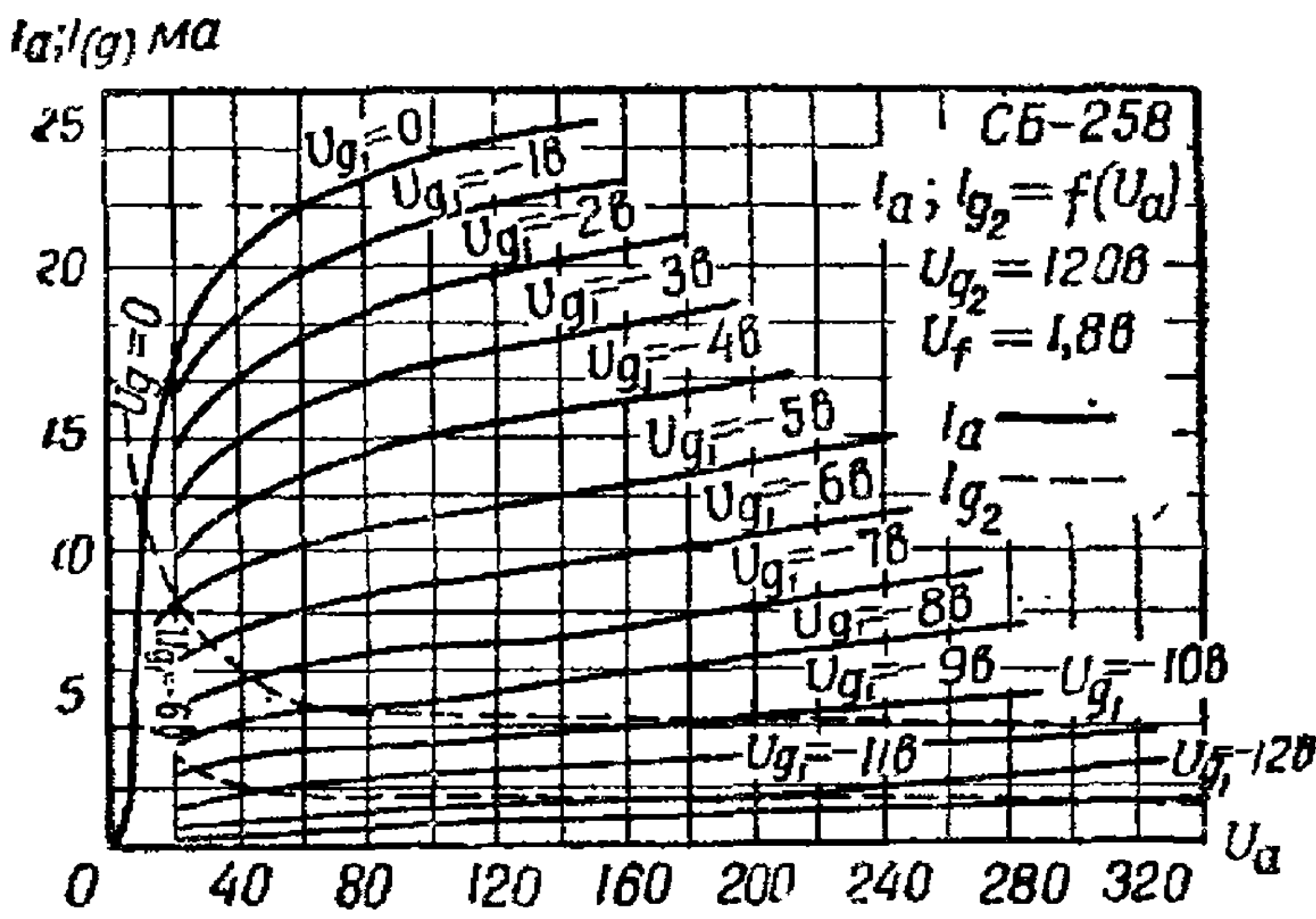


Рис. 87. Анодные характеристики лампы CB-258.

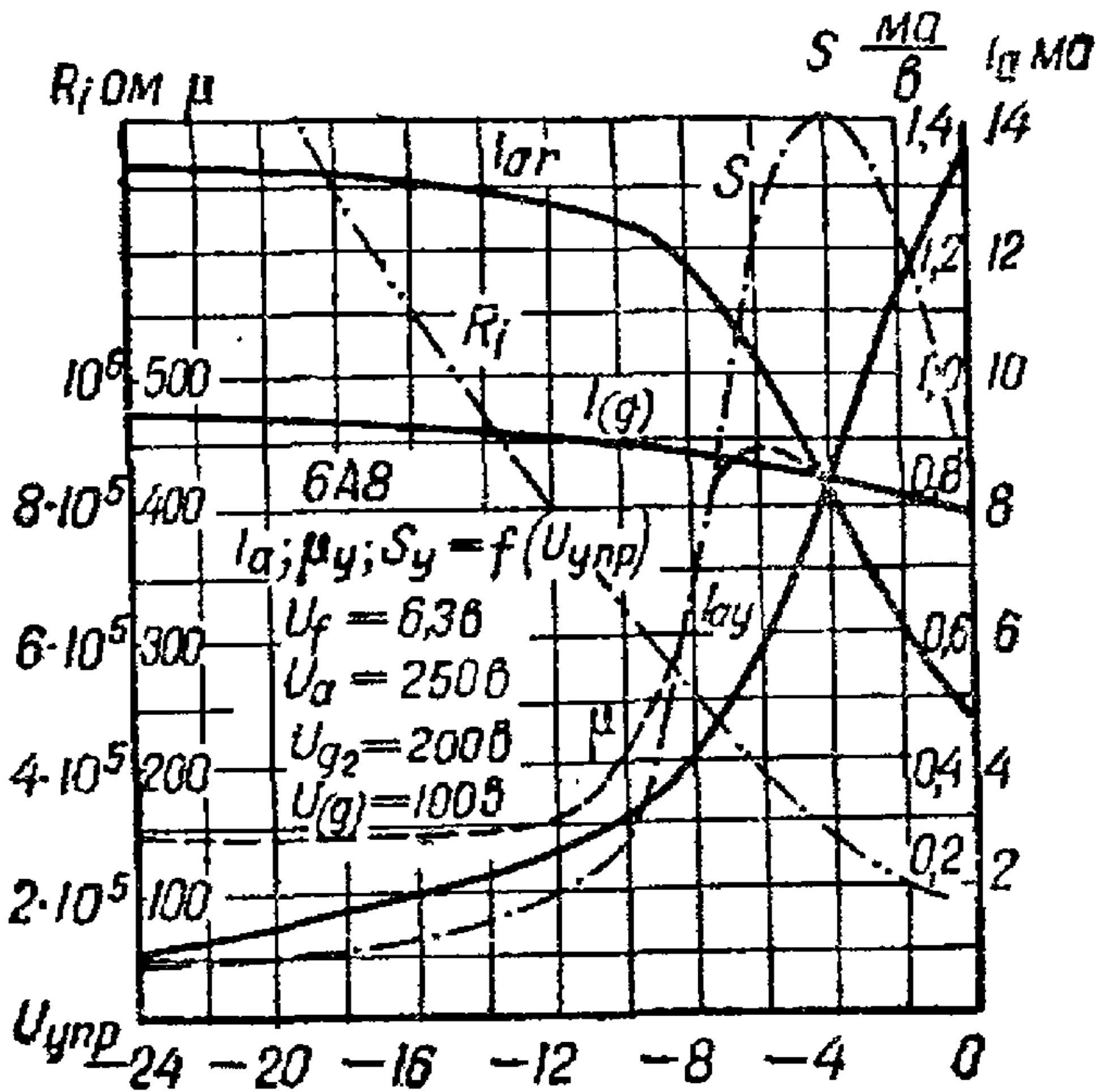


Рис. 89. Характеристики параметров лампы 6A8

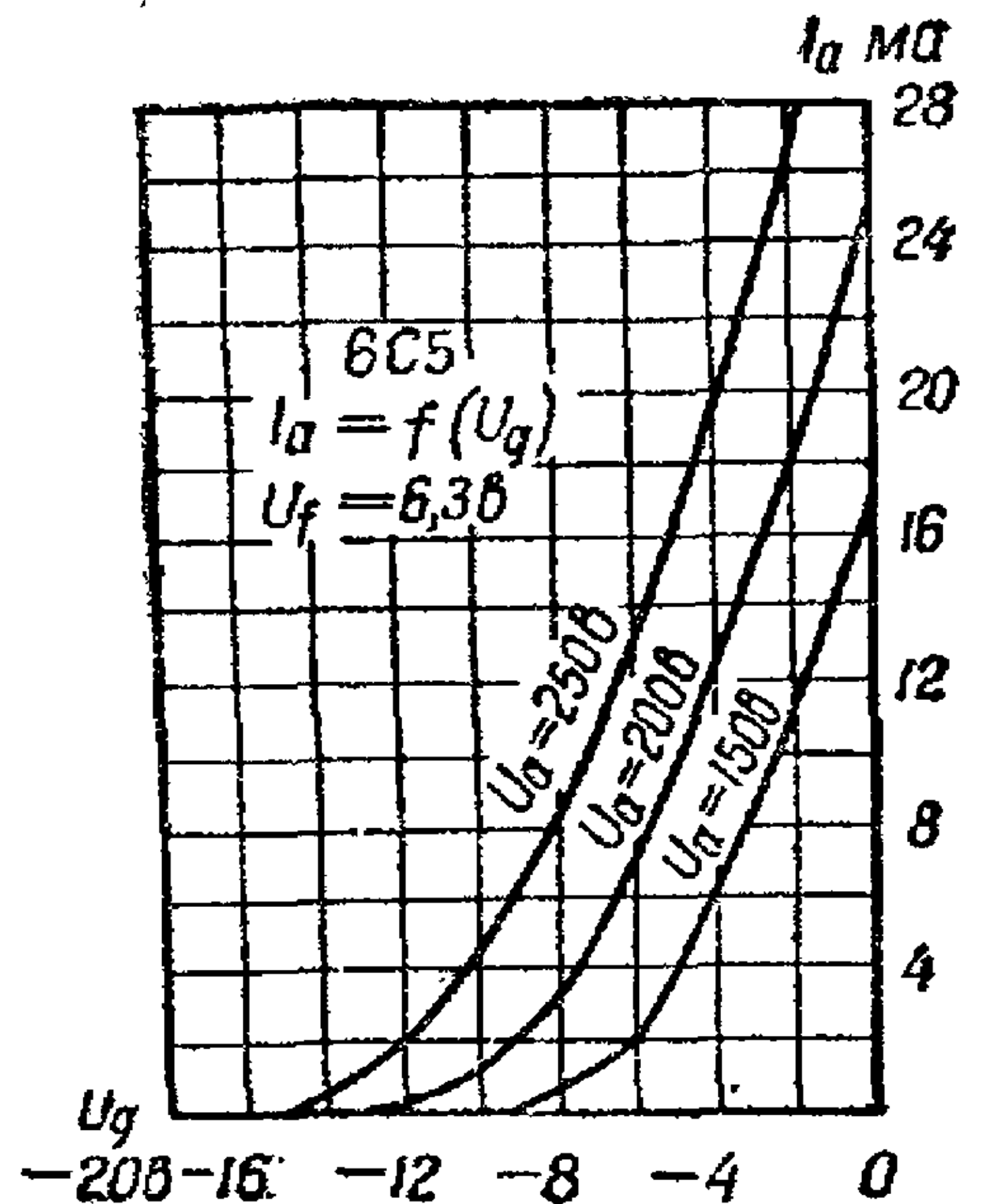


Рис. 90. Сеточные характеристики лампы 6C5.

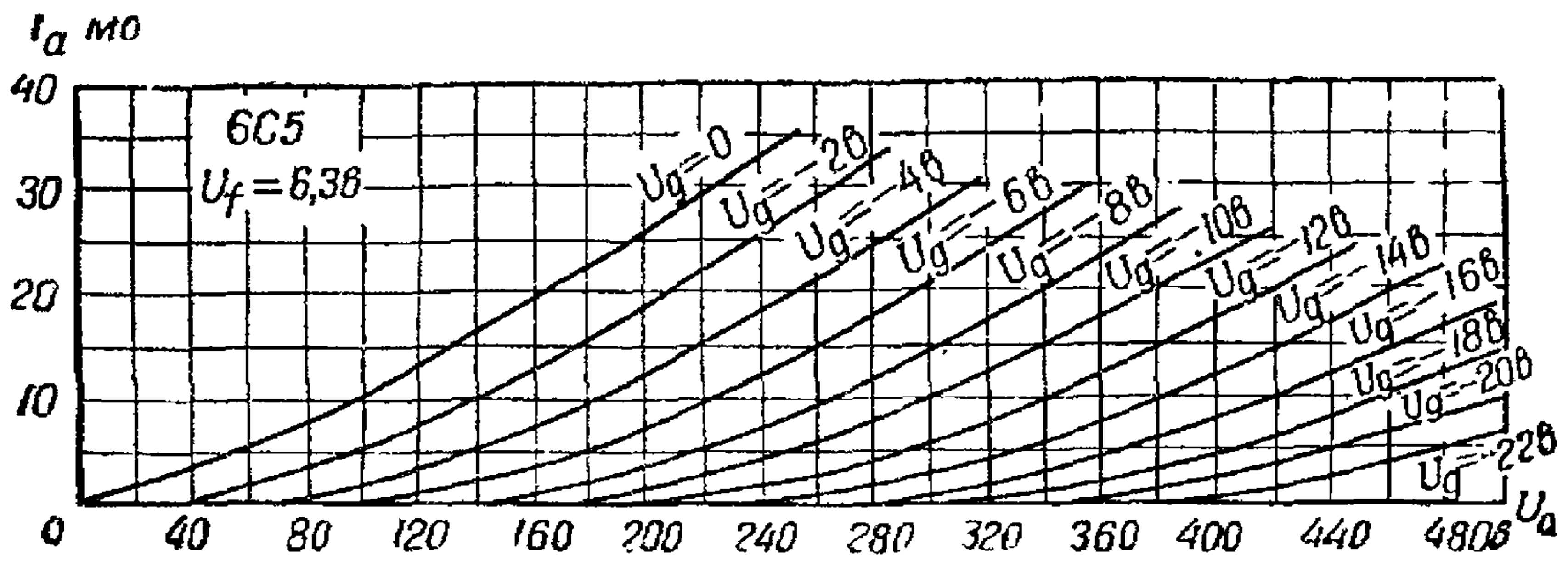


Рис. 91. Анодные характеристики лампы 6С5.

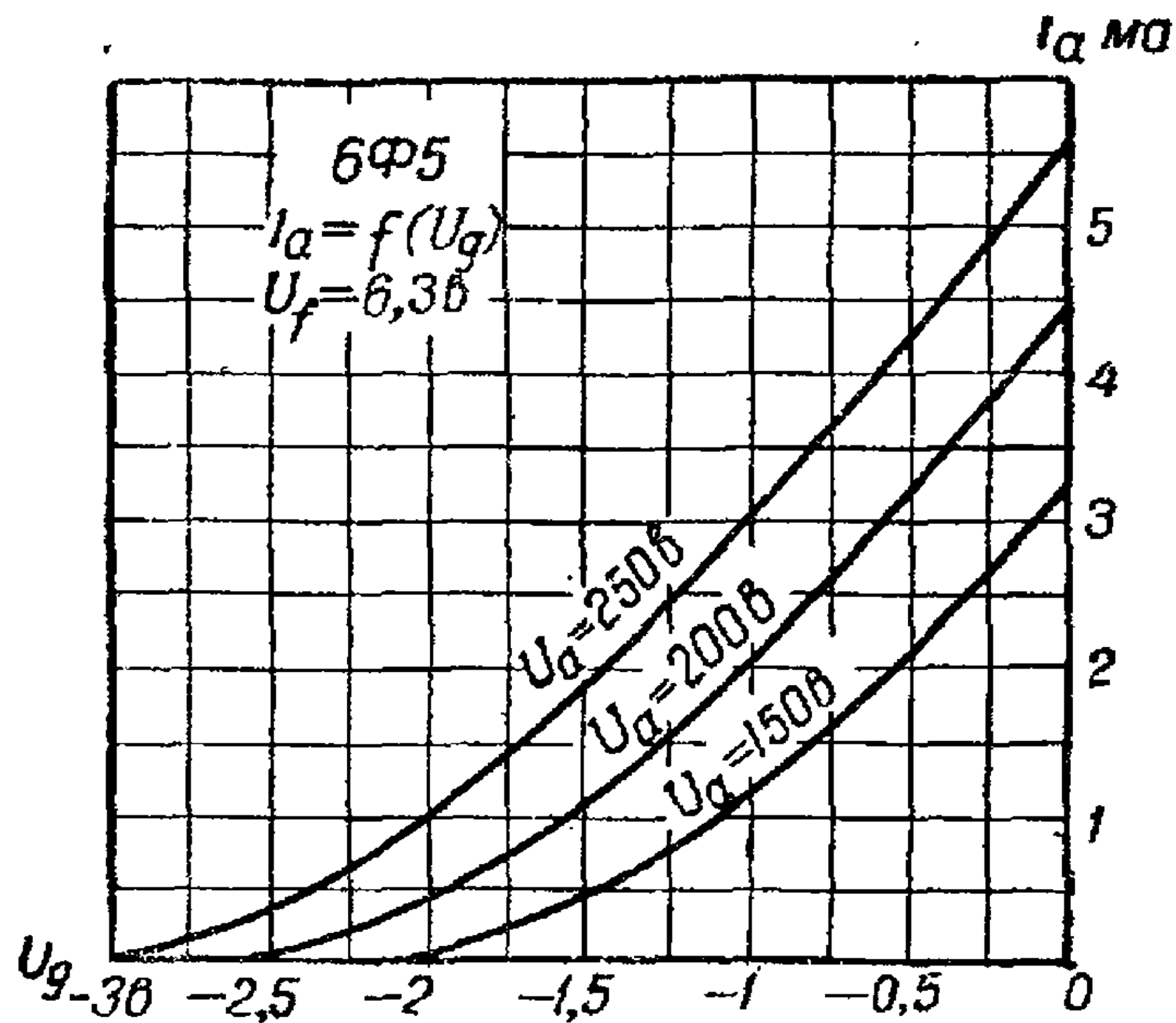


Рис. 92. Сеточные характеристики лампы 6Ф5.

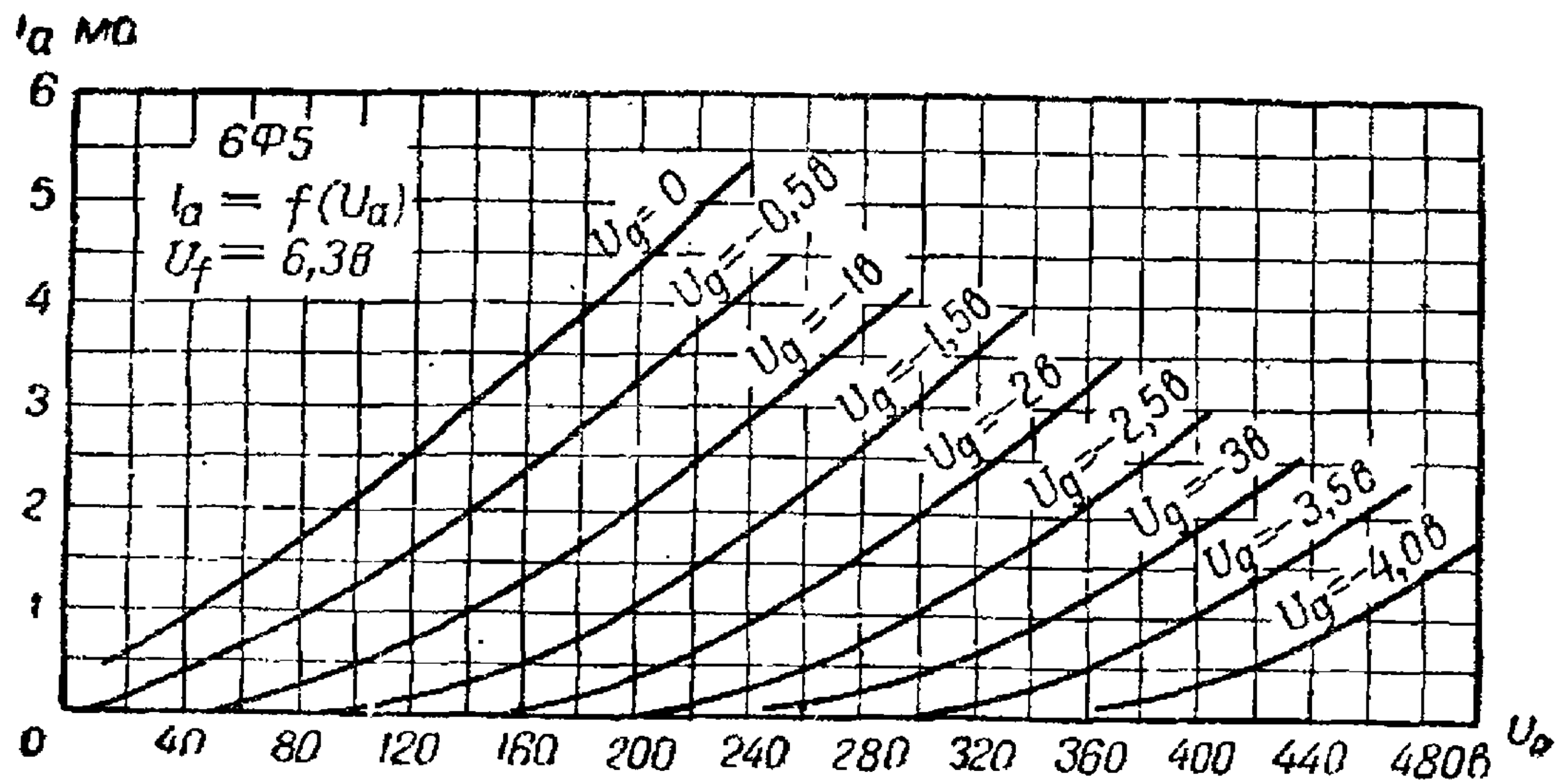


Рис. 93. Анодные характеристики лампы 6Ф5.

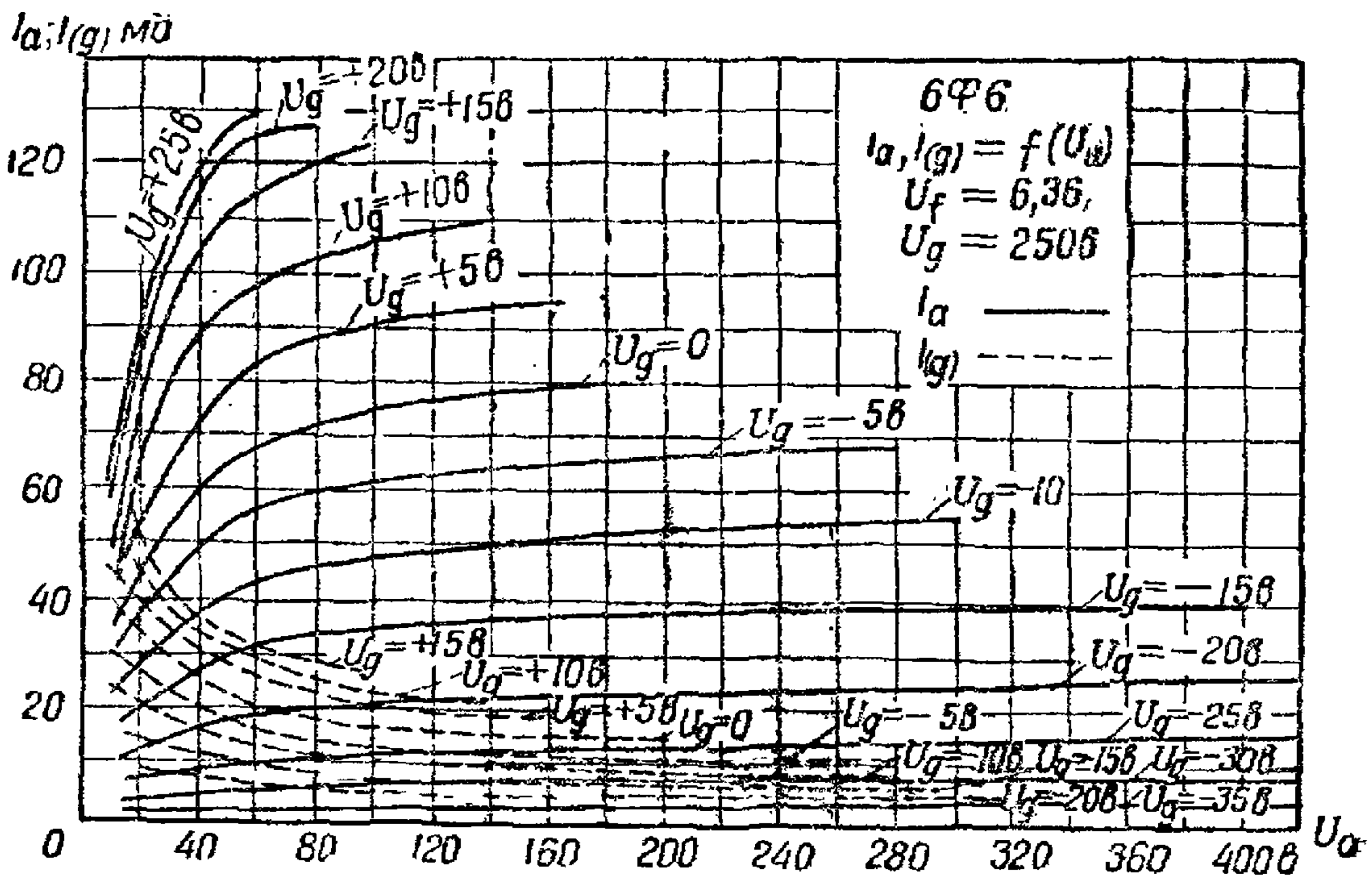


Рис. 94. Анодные характеристики лампы 6Ф6.

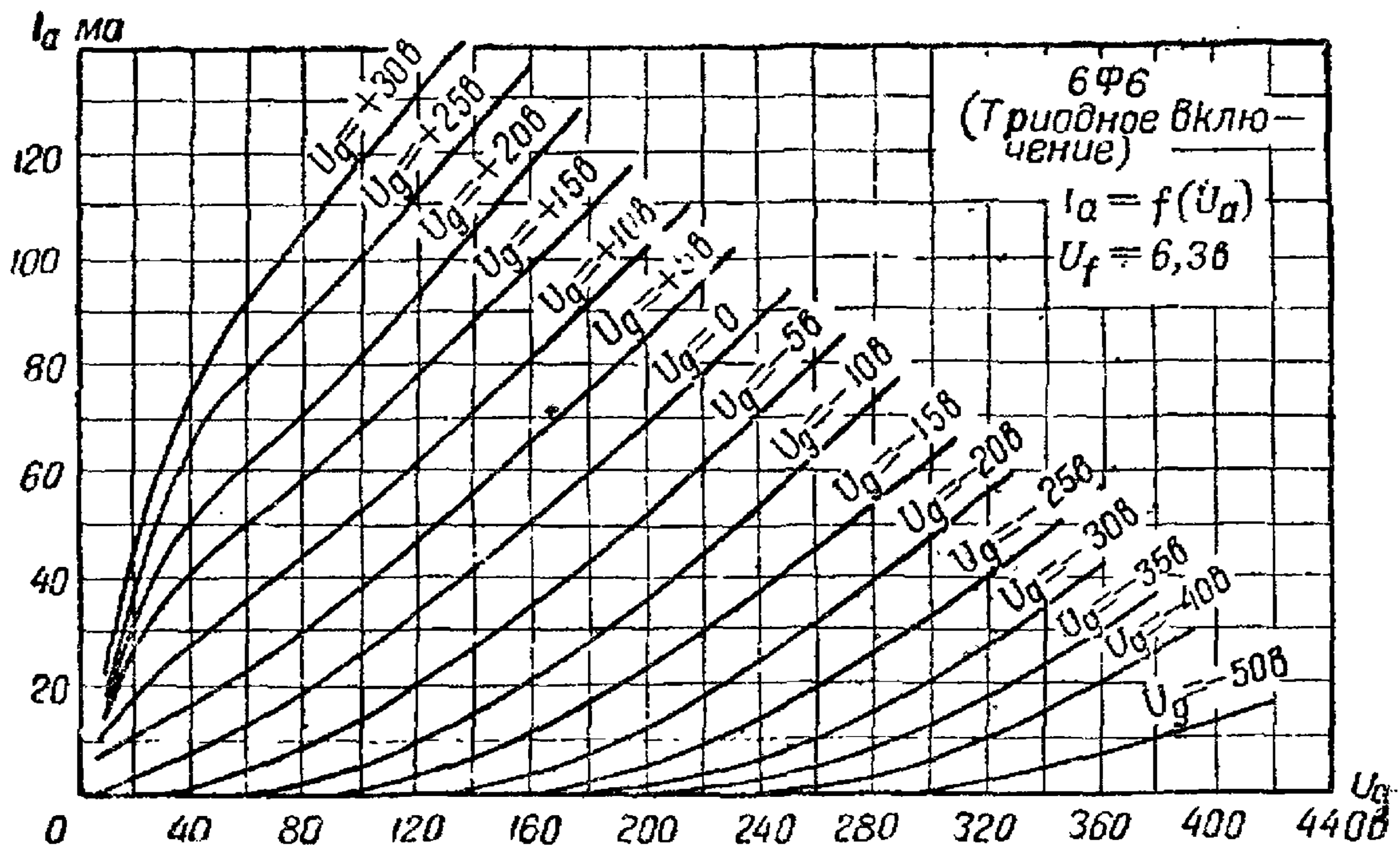


Рис. 95. Анодные характеристики лампы 6Ф6 (триодное включение).

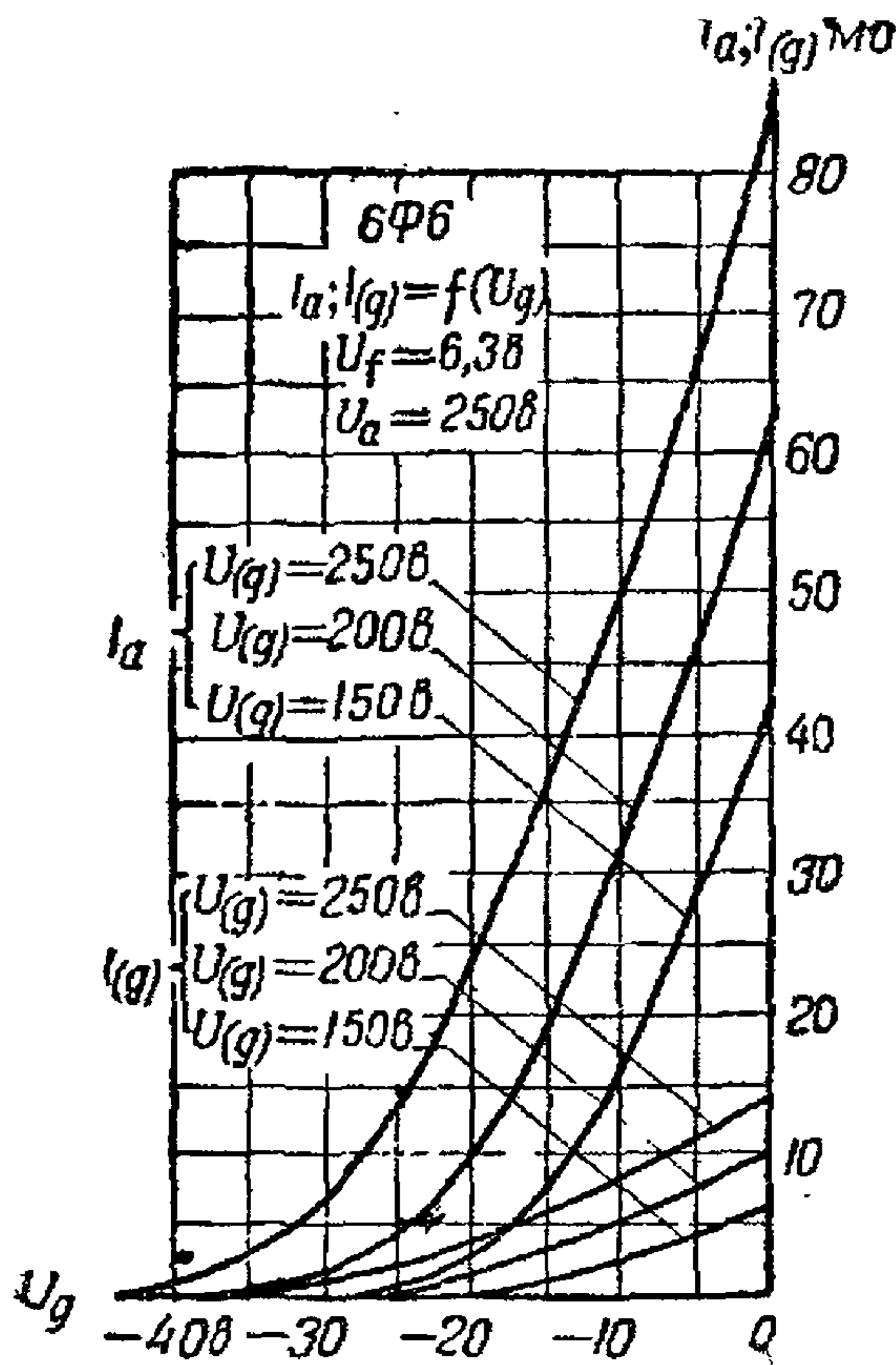


Рис. 96. Сеточные характеристики лампы 6Ф6.

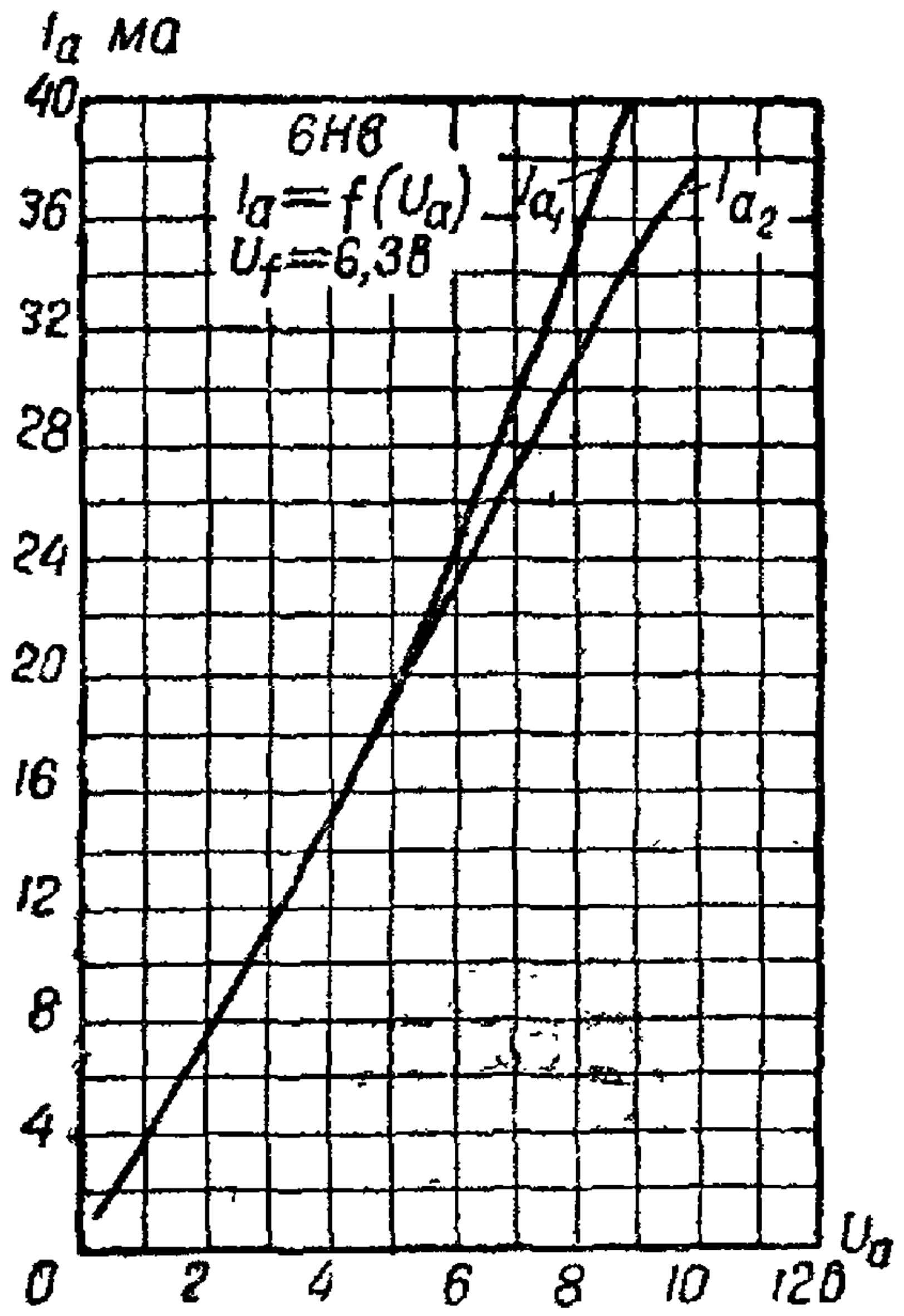


Рис. 97. Характеристика лампы 6Н6.

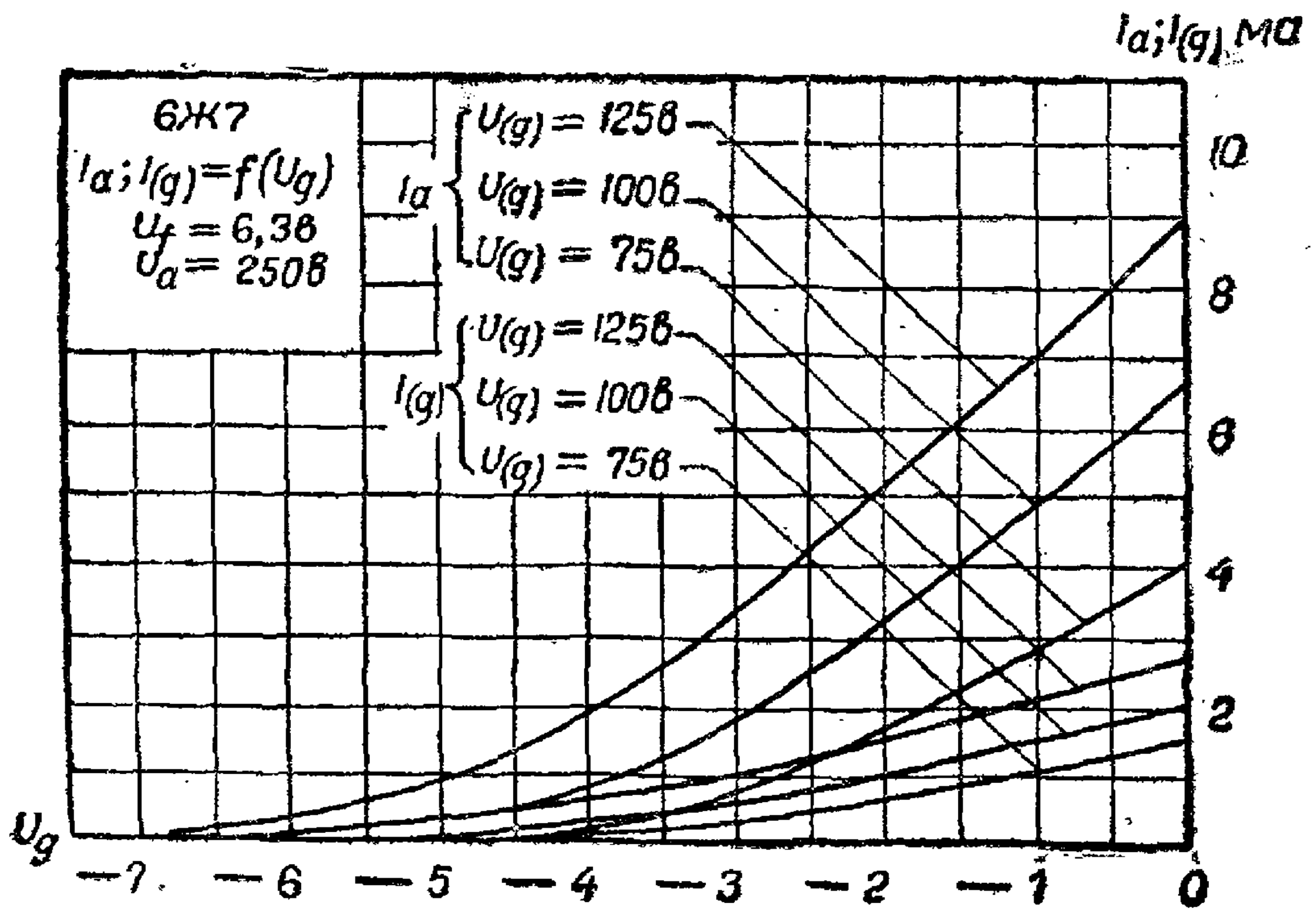


Рис. 98. Сеточные характеристики лампы 6Ж7.

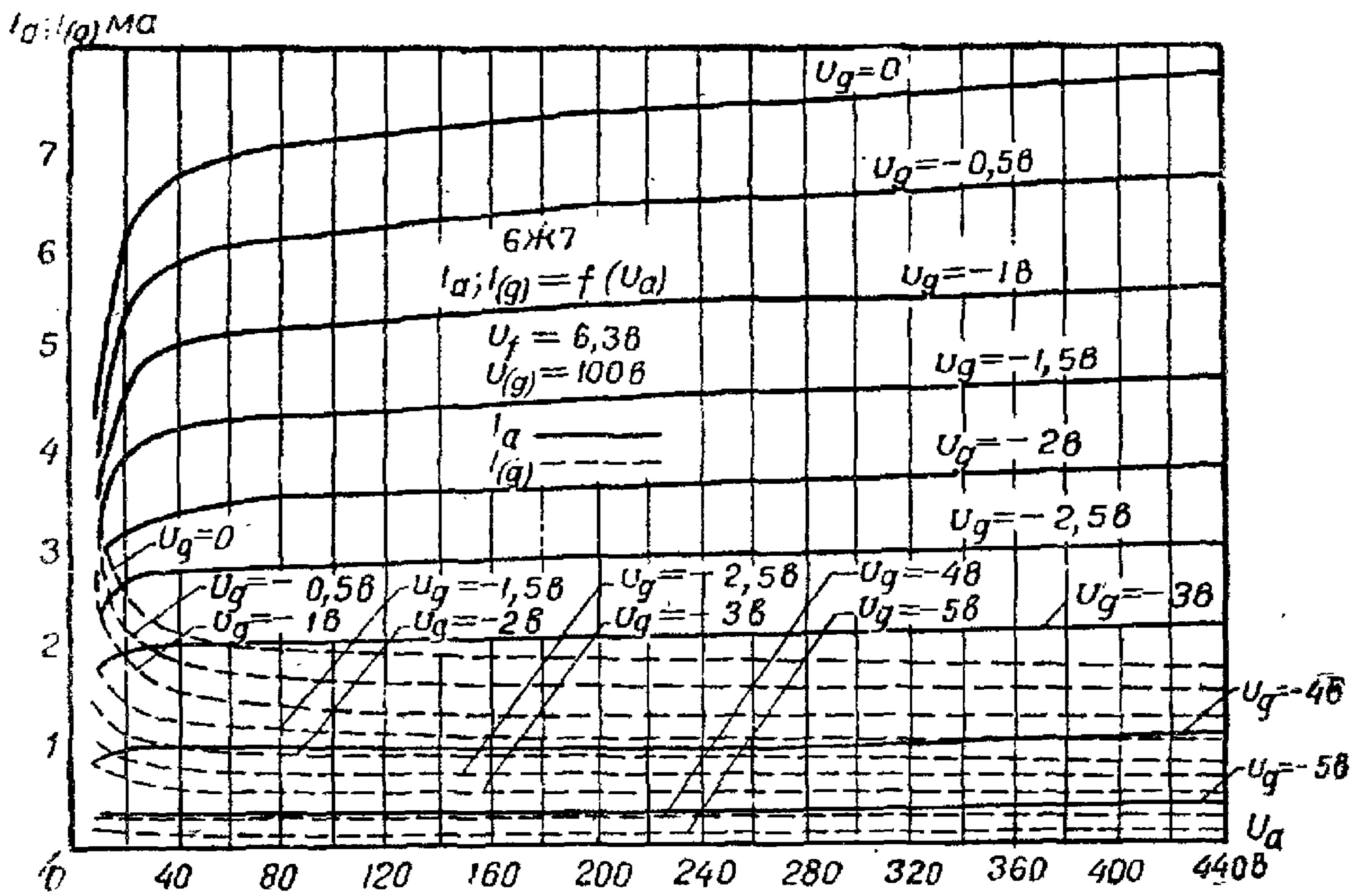


Рис. 99. Анодные характеристики лампы 6Ж7.

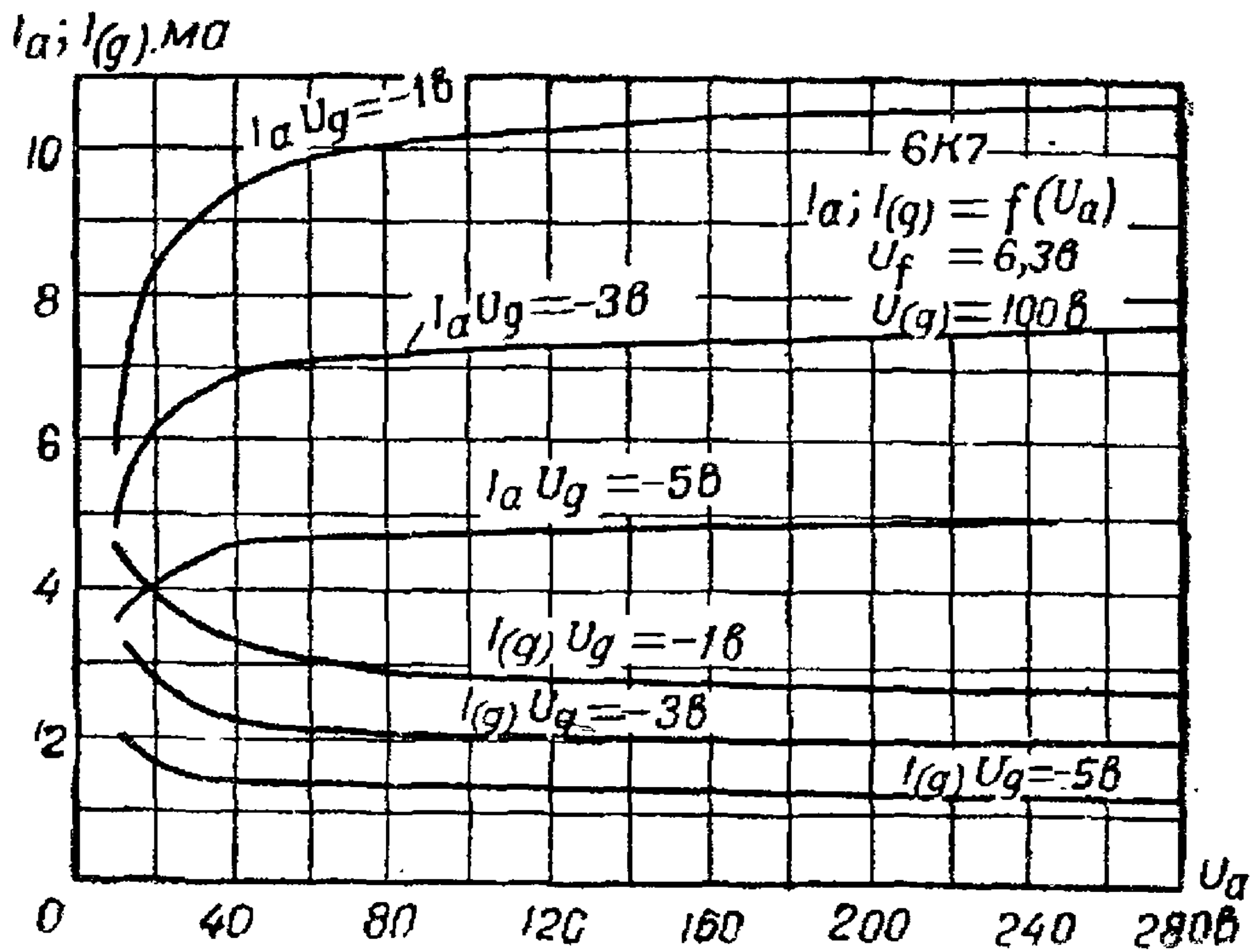


Рис. 100. Анодные характеристики лампы 6К7.

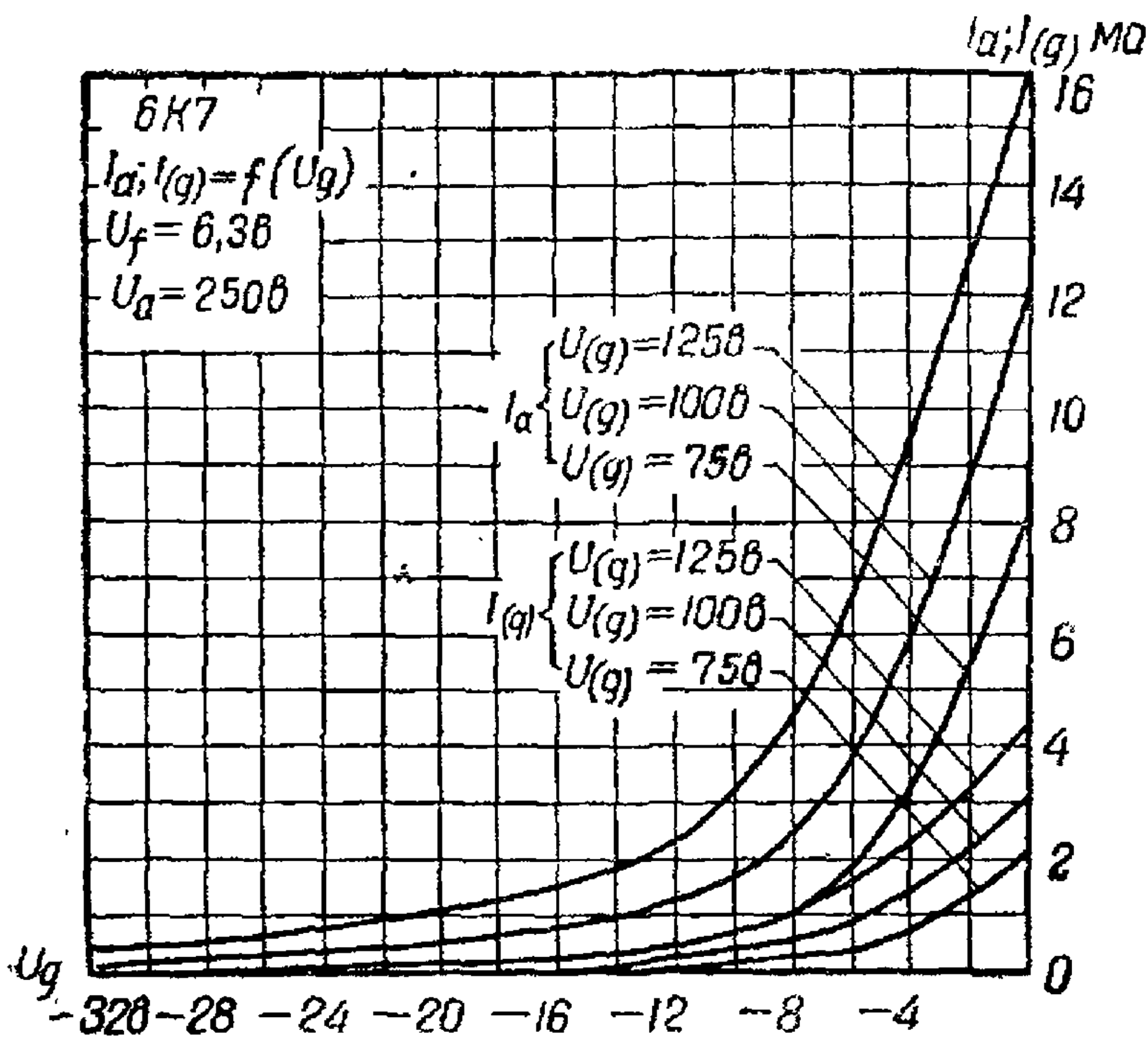


Рис. 101. Сеточные характеристики лампы 6K7.

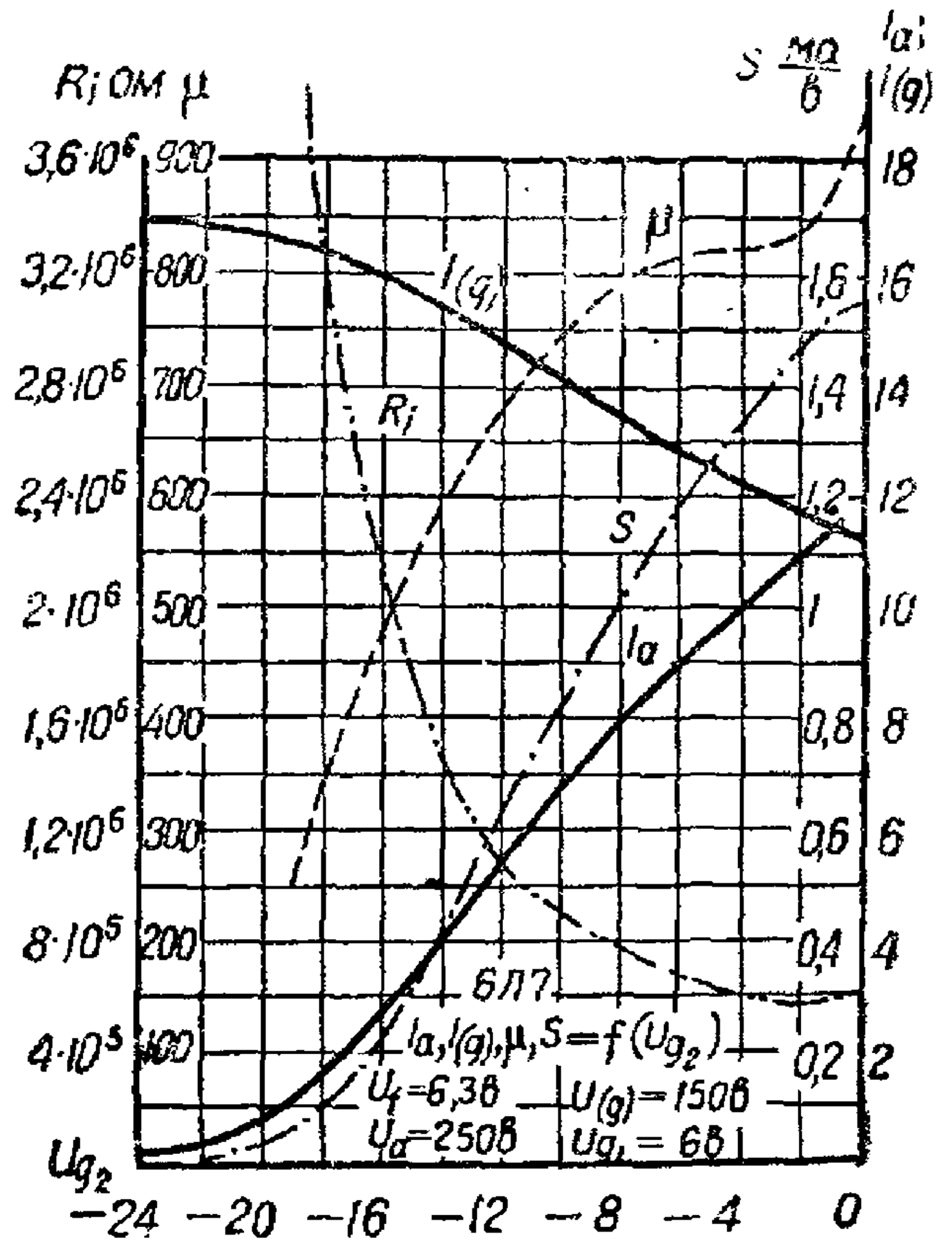


Рис. 102. Характеристики параметров лампы 6Л7.

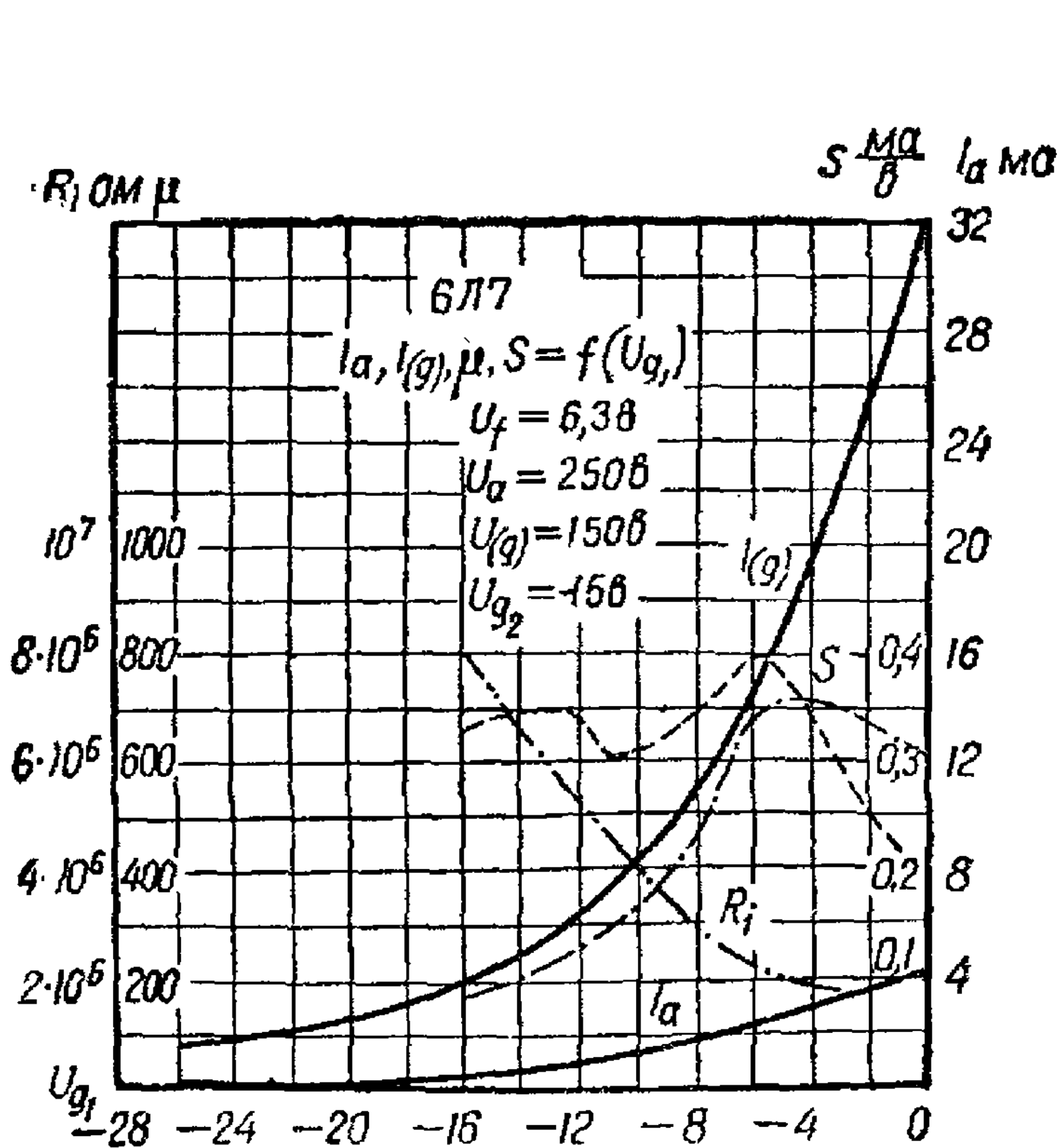


Рис. 103. Характеристики параметров лампы 6Л7.

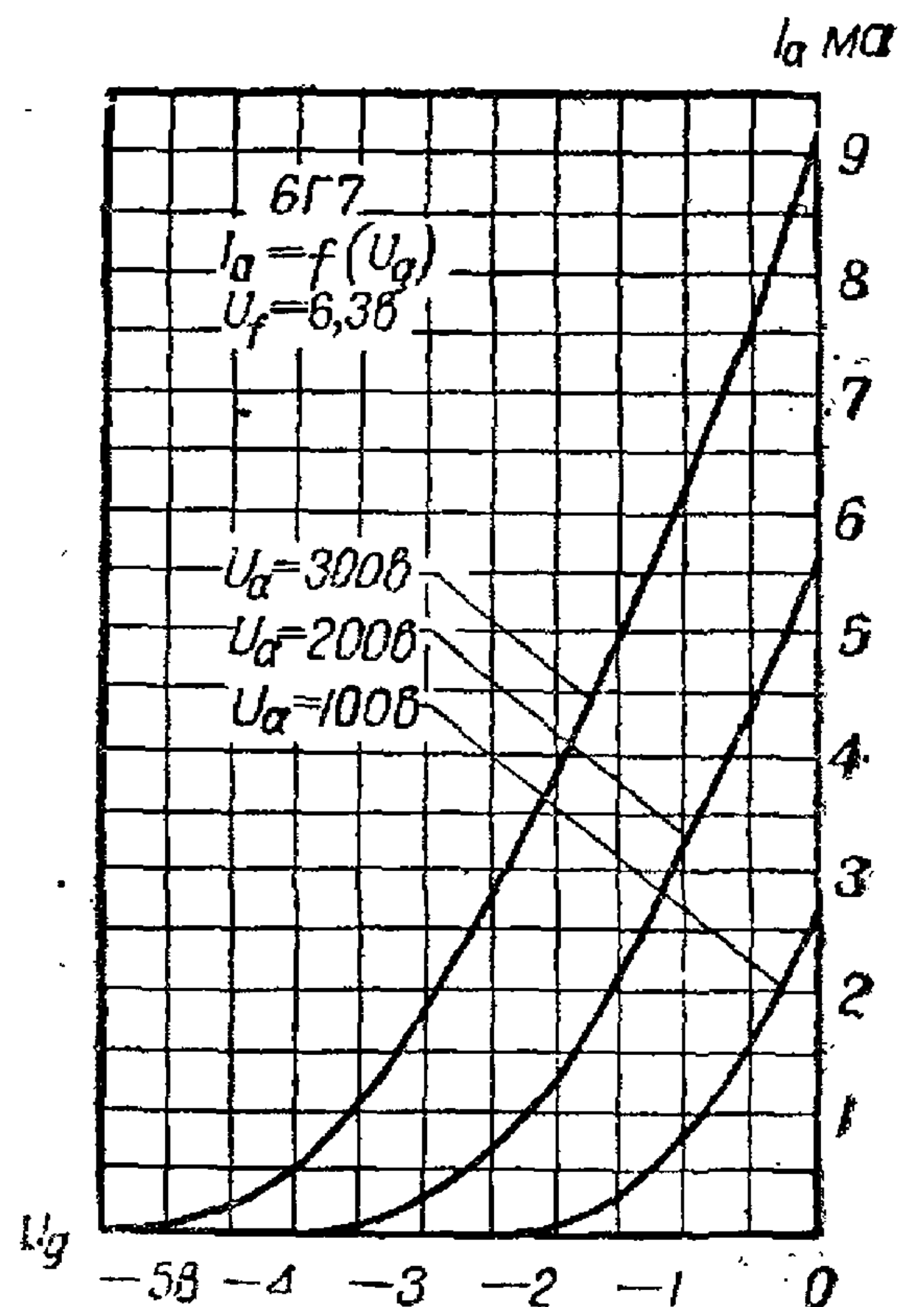


Рис. 104. Сеточные характеристики лампы 6Г7.

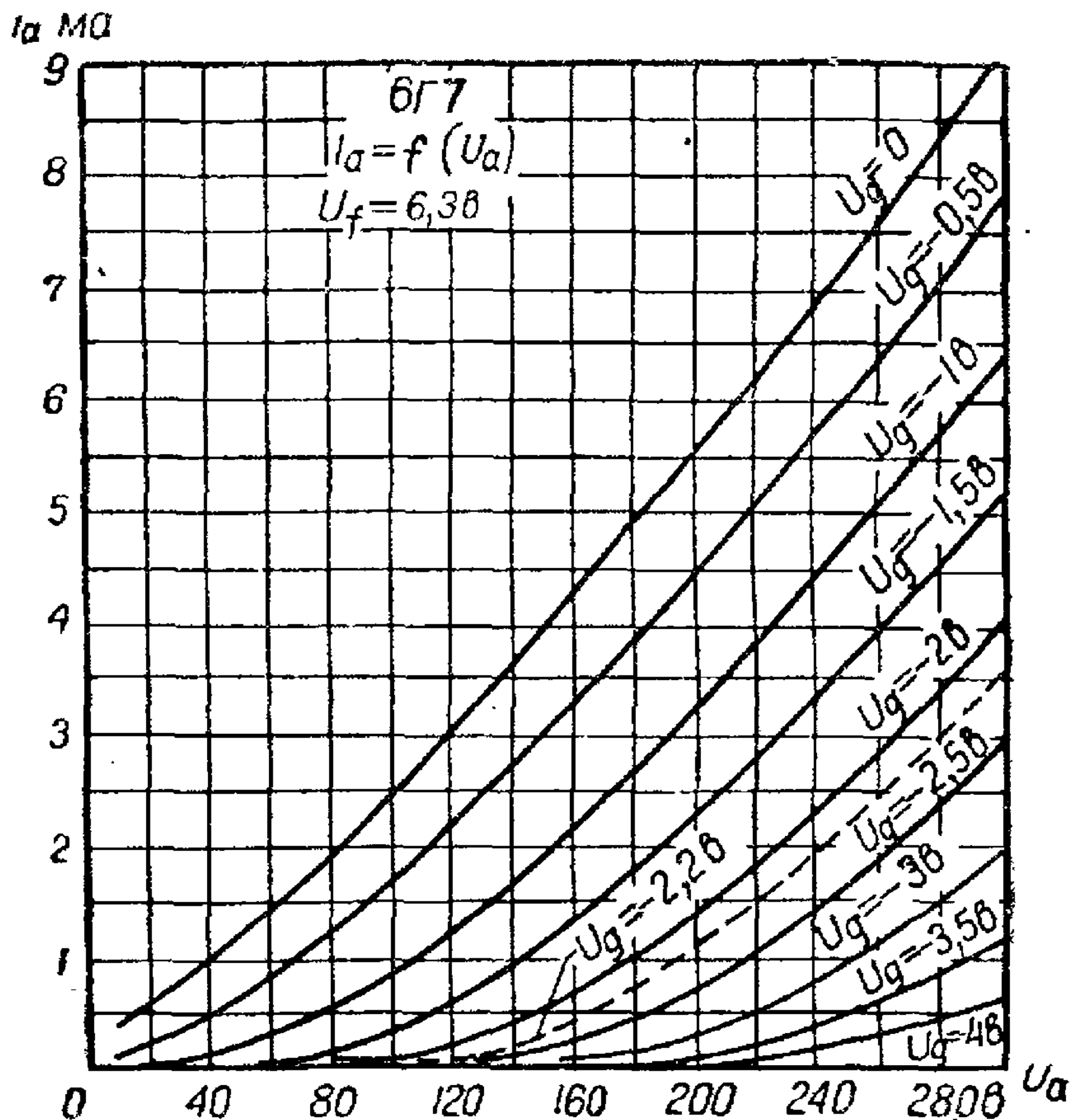


Рис. 105. Анодные характеристики лампы 6Г7.

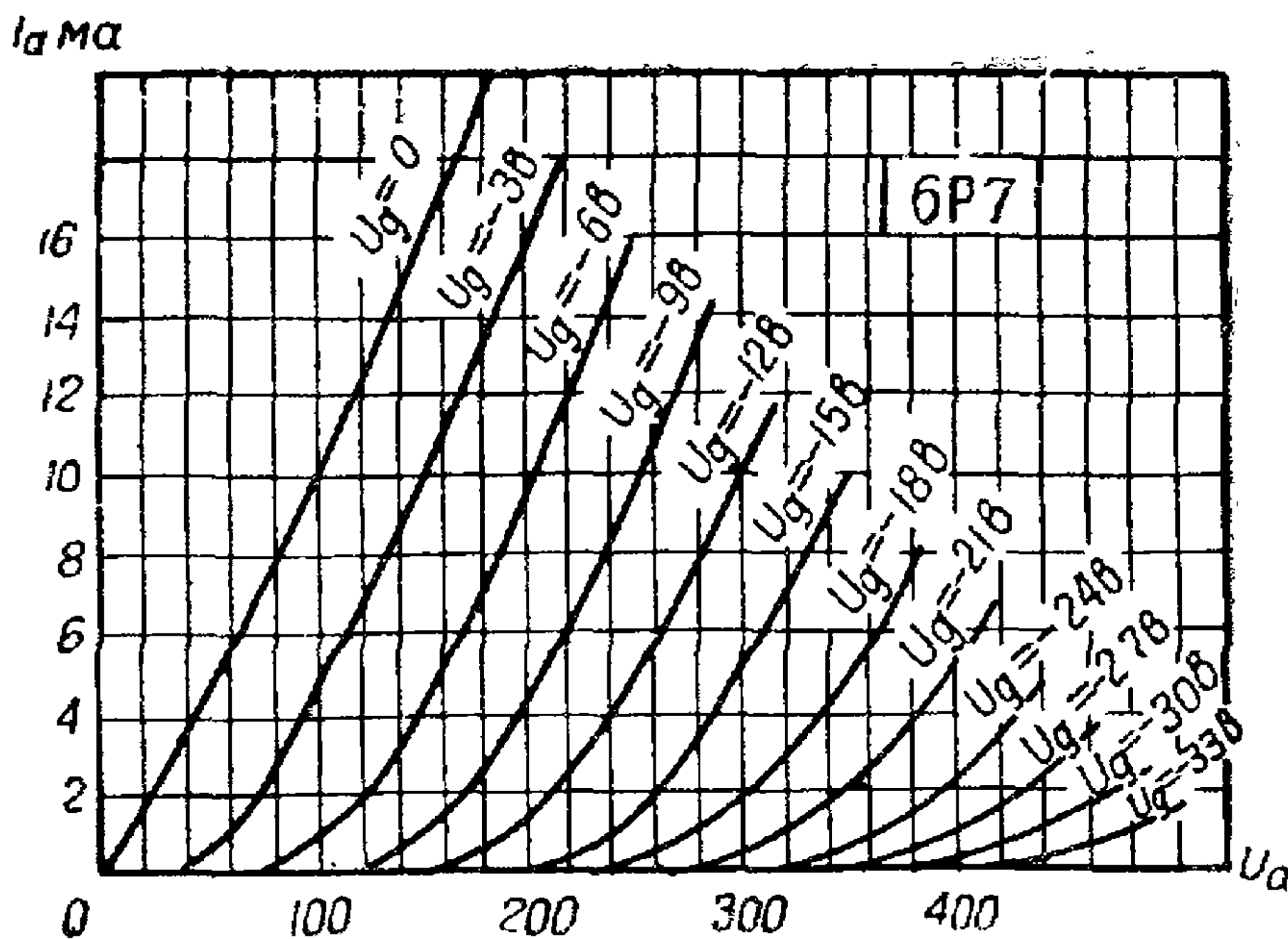


Рис. 106. Анодные характеристики триодной части лампы 6P7.

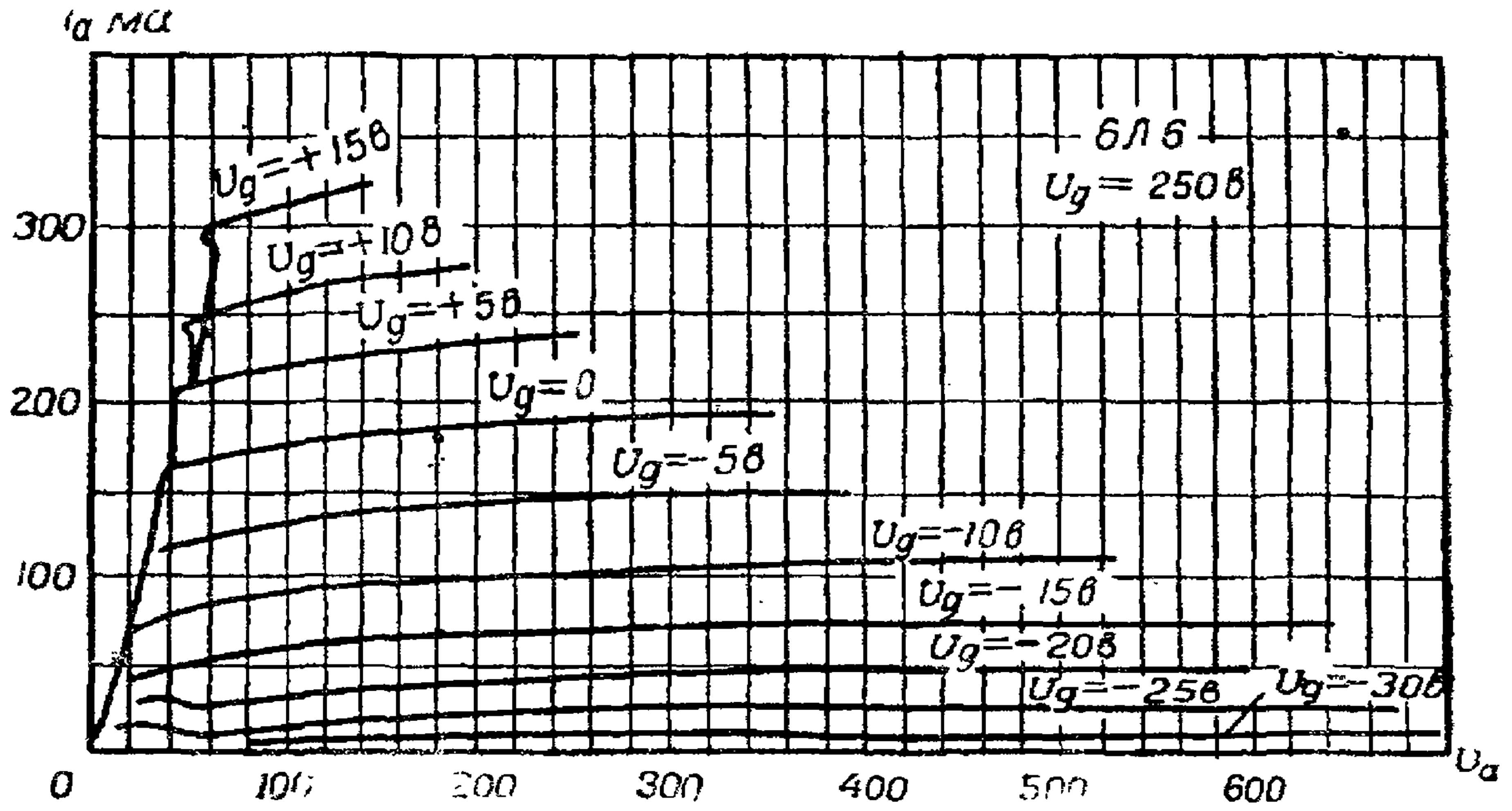


Рис. 107. Анодные характеристики лампы 6Л6.

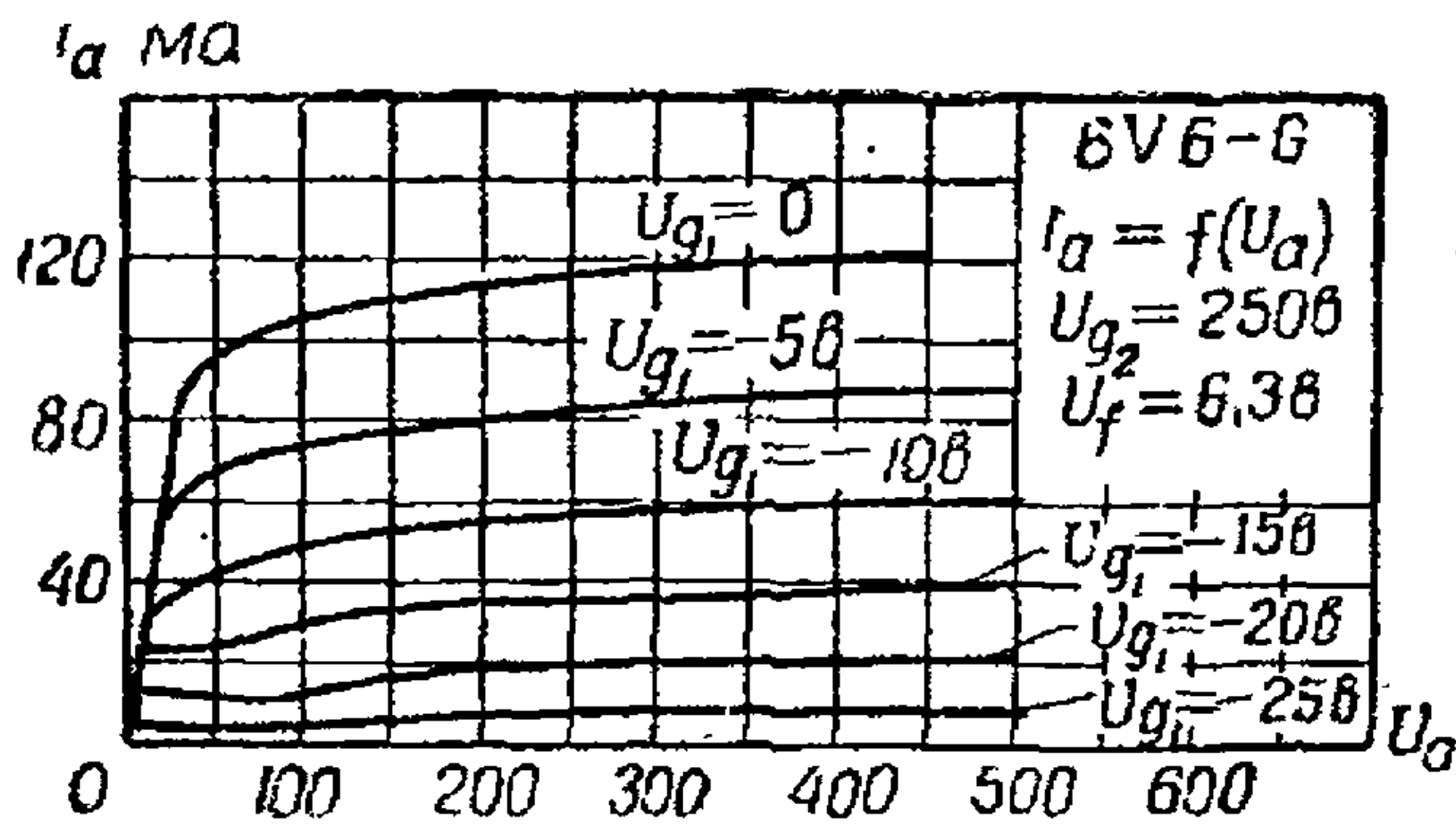


Рис. 108. Анодные характеристики лампы 6V6-G.

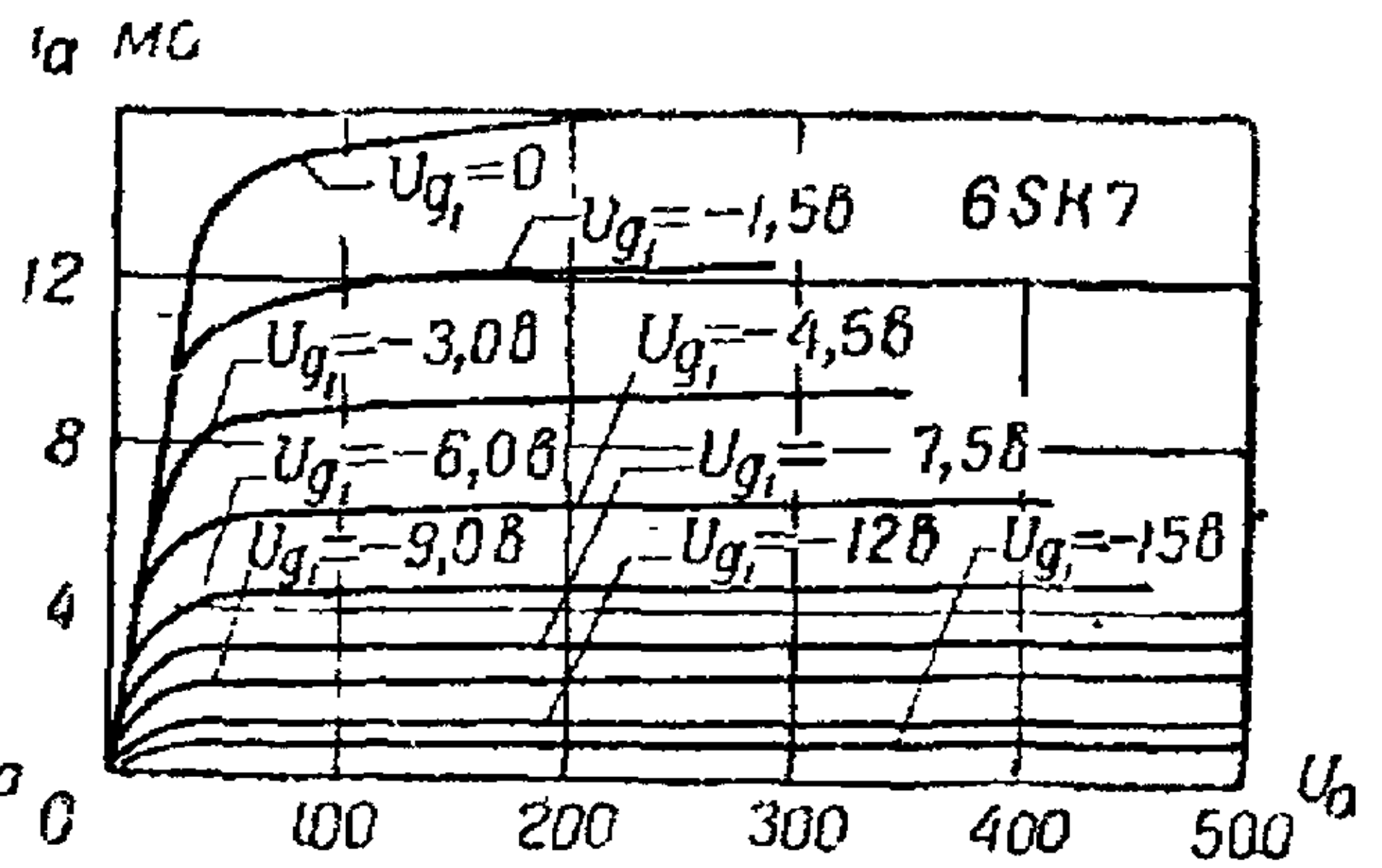


Рис. 109. Анодные характеристики лампы 6SK7.

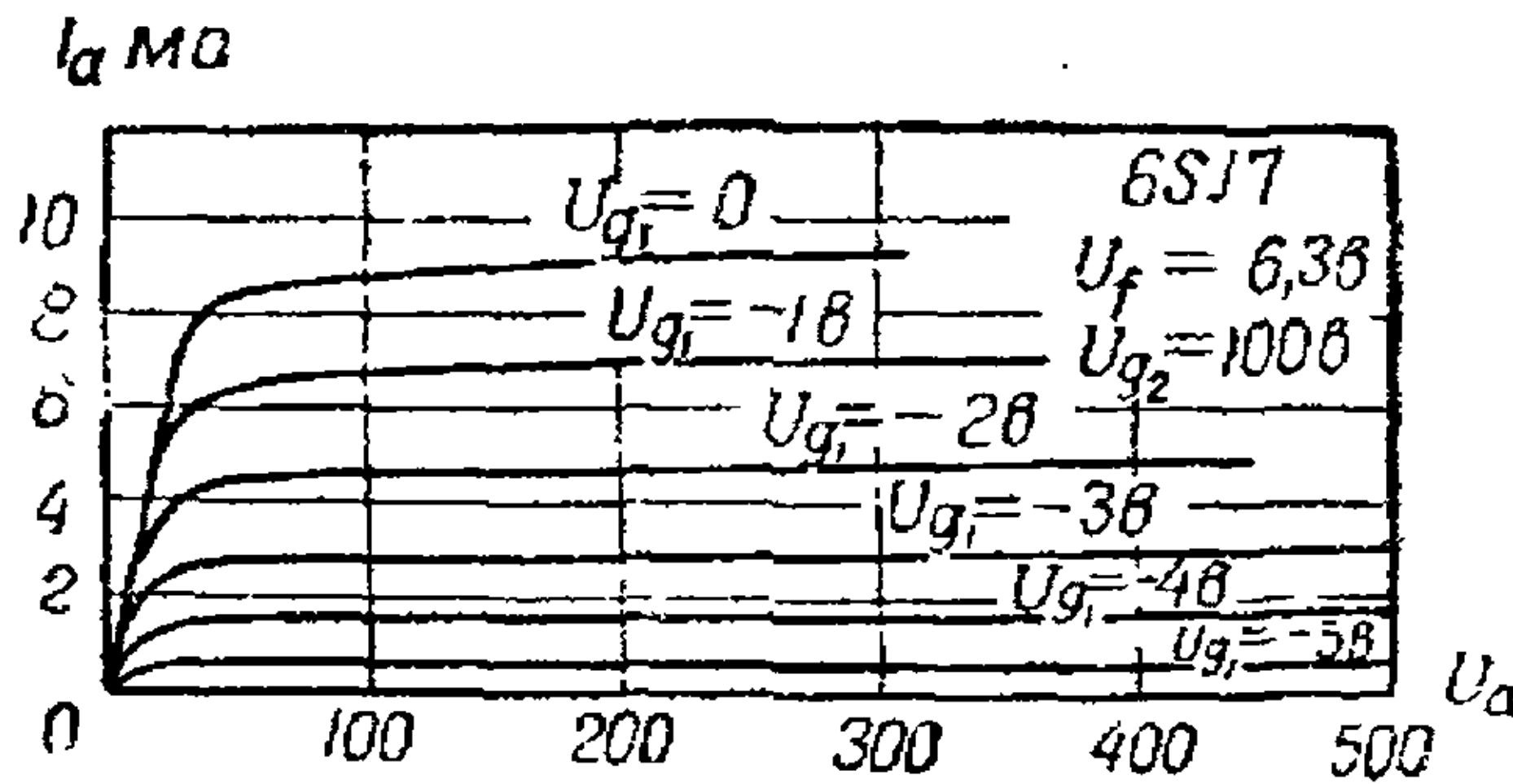


Рис. 110. Анодные характеристики лампы 6SJ7 (пентодное включение).

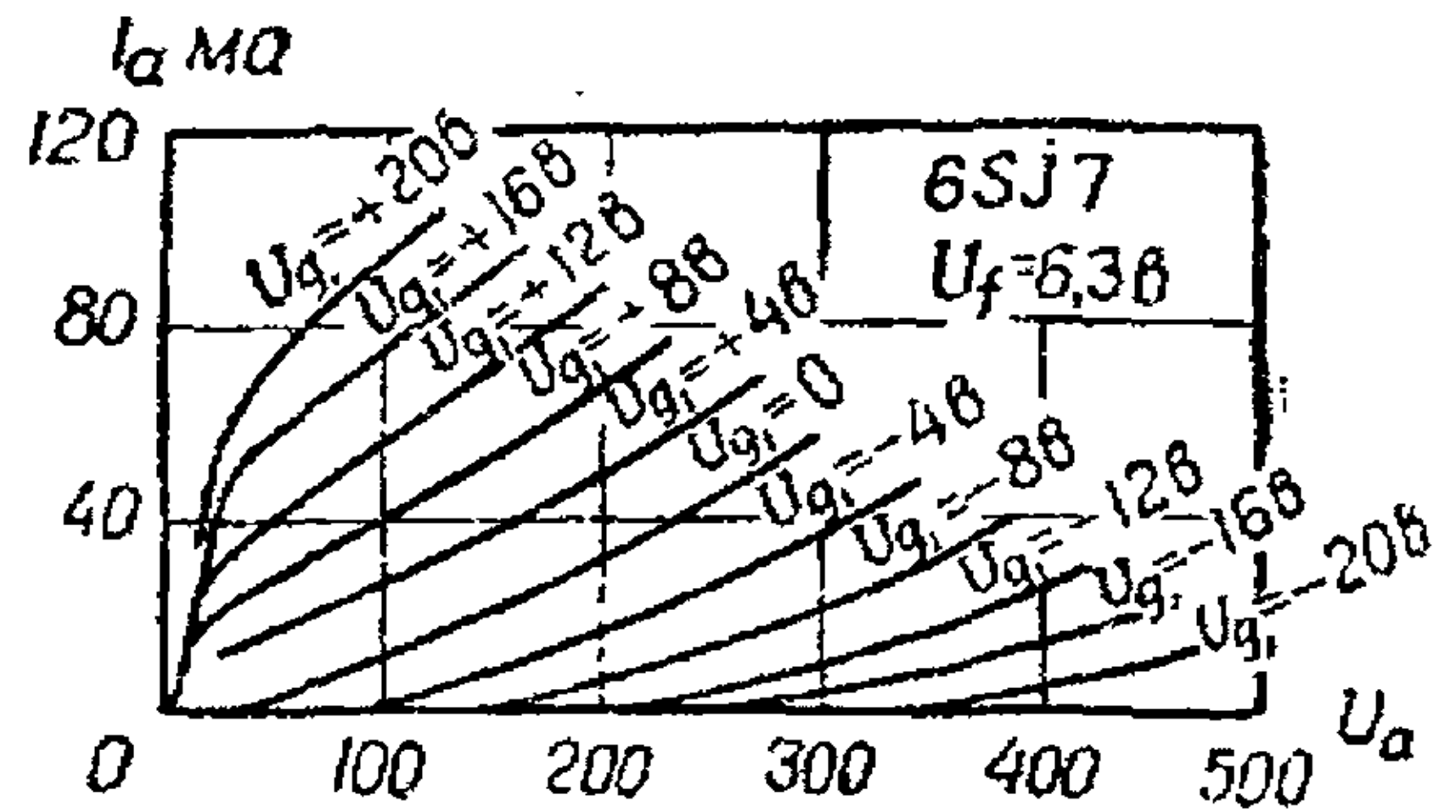


Рис. 111. Анодные характеристики лампы 6SJ7 (триодное включение).

ЗАПАДНОЕВРОПЕЙСКИЕ ЛАМПЫ

Помещенные ниже сведения о наиболее распространенных типах западноевропейских ламп бывают необходимы радиолюбителям при переводе ламп приемников иностранных марок на наши отечественные лампы.

Единой системы в обозначениях западноевропейских ламп нет, но все же большинство крупных фирм обозначают радиолампы одинаково. Обычно тип лампы обозначают двумя или тремя условными буквами и цифрой (AL4; ECH11 и т. д.). Первая буква обозначения лампы показывает принадлежность ее к той или иной серии (батарейных, сетевых или универсального питания), вторая буква определяет тип лампы (диод, триод и т. п.), цифра, стоящая в конце обозначения лампы, — заводской каталожный номер лампы.

У сложных многоэлектродных ламп, представляющих собой по сути две лампы, совмещенные в одном баллоне, в обозначении имеется не две, а три буквы. При этом вторая и третья условные буквы определяют тип лампы.

Система обозначений западноевропейских приемно-усилительных радиоламп

Первая буква	Основной признак серии	Вторая буква	Тип лампы
A	4 в — переменного тока .	A	Диод
B	180 ма — накал постоянного тока	B	Двойной диод
C	200 ма — универсального питания (постоянного — переменного тока)	C	Триод
D	1,2 — 1,4 в — батарейного питания	D	Триод оконечный
E	6,3 в — переменного или постоянного тока	E	Тетрод
F	13 в — автомобильная серия	F	Пентод высокой частоты
K	2 в — батарейного питания	H	Гексод или гептод
U	100 ма — универсального питания	K	Октод
V	50 ма — универсального питания	L	Пентод оконечный или тетрод оконечный
		M	Электронный индикатор настройки („магический глаз“)
		X	Газотрон
		Y	Кенотрон одноанодный
		Z	Кенотрон двуханодный

Зная систему обозначений, принятую для западноевропейских ламп, нетрудно определить, что представляет собой та или иная западноевропейская, подлежащая замене, лампа. Например в лампе EF11 первая буква E показывает, что лампа сетевая 6,3 в серии; вторая буква F означает, что лампа — пентод высокой частоты. Зная это, легко найти ей замену по таблице отечественных сетевых ламп 6,3 в серии. Это может быть лампа 6К7 или 6Ж7.

Приемно-усилительные западноевропейские лампы, выпускавшиеся в последние годы, можно поделить на следующие четыре группы:

- 1) экономичные батарейные лампы прямого накала; в эту группу входят лампы 2 в серии (серия К) и лампы 1,4 в серии (серия D);
- 2) сетевые лампы 4 в серии (серия А);
- 3) сетевые лампы 6,3 в серии (серии Е);
- 4) экономичные лампы для универсального питания, с повышенным напряжением накала (серия U).

В схемах цоколевки западноевропейских ламп приняты следующие условные обозначения:

A — анод,

*A*₁ — первый анод,

*A*₂ — второй анод,

*A*_T — анод триодной системы,

*A*_Г — анод гексодной или гептодной системы,

*A*_P — анод тетродной системы,

D — анод диода,

*D*₁ — первый диод,

*D*₂ — второй диод,

Э — светящийся экран электронного индикатора,

H — нить накала,

*H*_C — средняя точка нити накала,

C — сетка,

*C*₁ — первая сетка (обычно управляющая),

*C*₂ — вторая сетка (обычно экранная),

*C*₃ — третья сетка (обычно антидинаatronная, у октода — экранная)

*C*₄ — четвертая сетка (управляющая — октода, экранная — гексода, гептода),

*C*₅ — пятая сетка (экранный — октода, антидинаatronная — гептода),

*C*₆ — шестая сетка (антидинаatronная — октода),

*C*_T — сетка триодной системы,

*C*_Г — сетка гексодной или гептодной системы,

K — катод,

*K*₁ — первый катод,

*K*₂ — второй катод,

Г — управляющий электрод электронного индикатора,

B — металлизированный экран баллона лампы,

M — экран между электродными системами лампы.

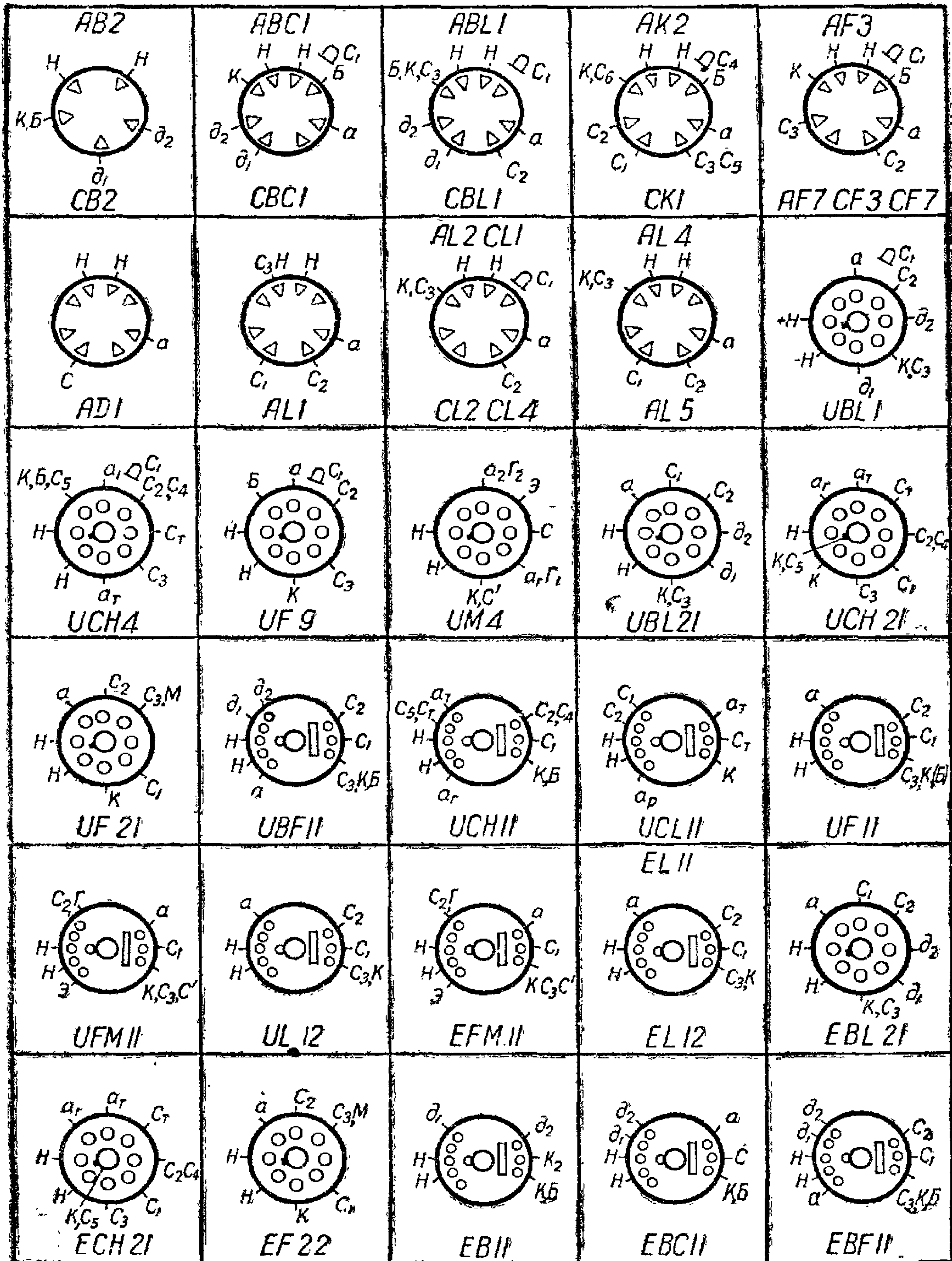


Рис. 112. Схемы цоколевok западноевропейских радиолaмп (вид на цoколь снизу).

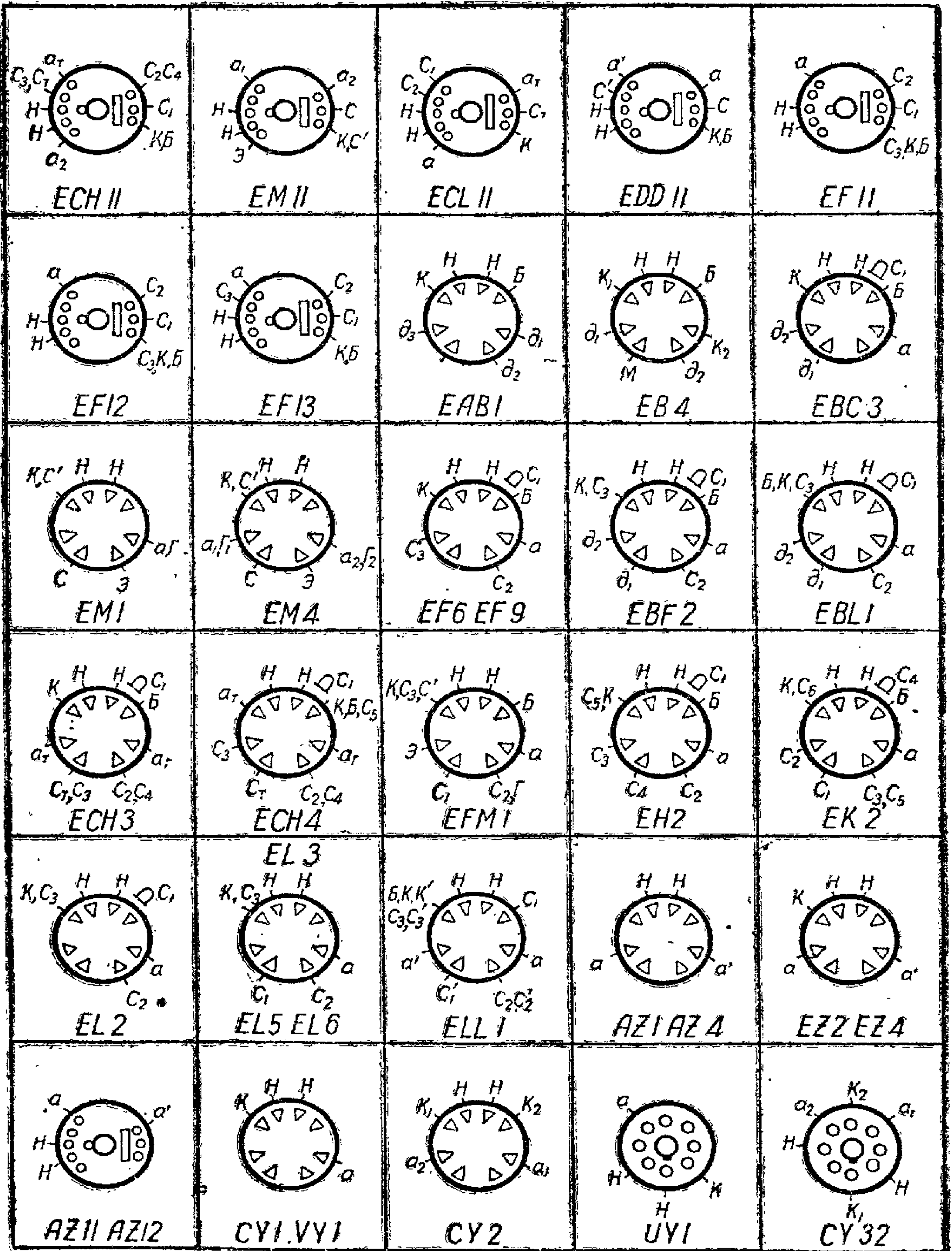


Рис. 113. Схемы цоколевки западноевропейских радиоламп (вид на цоколь снизу).

Данные западноевропейских радиоламп

Таблица 48

Сетевые лампы

Обозначение лампы	Тип	Накал		Напряжение на аноде (в в)	Анодный ток (в ма)	Отрицательное напряжение на управляющей сетке (в в)	Выходная мощность (в вт)	Крутизна (в ма/в)	Внутреннее сопротивление (в ом)	Емкость анод-управляющая сетка (в мккф)
		напряжение (в в)	ток (в а)							

Серия А

AB2	Диод двойной	4	0,65	—	—	—	—	—	—	—
ABC1	Двойной диод-триод	4	0,65	250	4,0	7,0	—	2,0	13 500	1,8
ABL1	Двойной диод оконечный	4	2,4	250	36	6,0	4,5	9,0	50 000	0,8
AD1	Триод оконечный	4	0,95	250	60	45,0	4,2	6,0	670	23
AF3	Пентод высокой частоты „варимю“	4	0,65	250	8,0	3,0	—	1,8	$1,2 \cdot 10^6$	0,003
AF7	Пентод высокой частоты	4	0,65	250	3,0	2,0	—	2,1	$2 \cdot 10^6$	0,003
AK2	Октод	4	0,65	250	1,6	11,0	—	—	$1,6 \cdot 10^6$	—
AL1	Пентод оконечн.	4	1,1	250	36	15,0	3,1	2,8	43 000	1,3
AL2	То же	4	1,0	250	36	25,0	3,8	2,6	60 000	1,5
AL4	„ „	4	1,75	250	36	6,0	4,5	9,0	50 000	1,5
AL5	„ „	4	2,0	250	72	14,0	8,8	8,5	22 000	0,8
ACH1	Триод-гексод	4	1,0	300	2,5	2,0	—	—	$0,8 \cdot 10^6$	—

Серия Е — сталь (стекло)

EB11	Диод двойной	6,3	0,2	—	—	—	—	—	—	—
EBC11	Двойной диод-триод	6,3	0,2	250	5	8	—	2,2	11 500	—
EBF11	Двойной диод-пентод	6,3	0,2	250	5	2	—	1,8	$2 \cdot 10^6$	0,002

Продолжение

Обозначение лампы	Тип	Накал		Напряжение на аноде (в в)	Анодный ток (в ма)	Отрицательное напряжение на управляющей сетке (в в)	Выходная мощность (в вт)	Крутизна (в ма/в)	Внутреннее сопротивление (в ом)	Емкость анод-управляющая сетка (в мкмкф)
		напряжение (в в)	ток (в а)							
ESH11	Триод-гентод . . .	6,3	0,2	250	2,3	2	—	—	0,8 · 10 ⁶	0,001
ECL11	Триод-оконечный пентод	6,3	0,2	250	36	6	3,8	9,0	25 000	0,9
EDD11	Оконечный двойной триод . . .	6,3	0,4	250	2 × 17,5	6,3	5,5	—	—	—
EF11	Пентод высокой частоты „варимю“	6,3	0,2	250	6	2	—	2,2	2 · 10 ⁶	0,002
EF12	Пентод высокой частоты	6,3	0,2	250	3	2	—	2,1	2 · 10 ⁶	0,002
EF13	Пентод высокой частоты „варимю“	6,3	0,2	250	4,5	2	—	2,3	0,5 · 10 ⁶	0,002
EFM11	Пентод низкой частоты — электронный индикатор . . .	6,3	0,2	250	1,0	1,5	—	—	0,7 · 10 ⁶	0,7
EL11	Оконечный пентод	6,3	0,9	250	36	6	4,5	9,0	50 000	0,8
EL12	То же	6,3	1,2	250	72	7	8	15,0	25 000	0,7
EM11	Электронный индикатор	6,3	0,2	250	—	—	—	—	—	—
Серия Е — красная										
EF6	Пентод высокой частоты	6,3	0,2	250	3	2	—	1,8	2,5 · 10 ⁶	0,003
EF9	Пентод высокой частоты „варимю“	6,3	0,2	250	6	2,5	—	2,2	1,25 · 10 ⁶	0,002

Продолжение

Обозначение лампы	Тип	Накал		Напряжение на аноде (в в)	Анодный ток (в ма)	Отрицательное напряжение на управляющей сетке (в в)	Выходная мощность (в вт)	Крутизна (в ма/в)	Внутреннее сопротивление (в ом)	Емкость анод — управляющая сетка (в мкмкф)
		напряжение (в в)	ток (в а)							
EFM1	Пентод низкой частоты — электронный индикатор . . .	6,3	0,2	250	0,8	2	—	—	—	—
EH2	Гептод „варимю“	6,3	0,2	250	1,85	3	—	1,4	$1 \cdot 10^6$	0,0015
EK2	Октод	6,3	0,2	250	1	10	—	—	$1,5 \cdot 10^6$	—
EL2	Пентод оконечный	6,3	0,2	250	32	18	3,6	2,8	70 000	0,16
EL3	То же	6,3	0,9	250	36	6	4,5	9,0	50 000	0,8
EL5	„ „	6,3	1,35	250	72	14	8,8	8,5	22 000	0,8
EL6	„ „	6,3	1,3	250	72	7	8	14,5	20 000	0,7
ELL1	Пентод оконечный двойной	6,3	0,45	250	2×17	—	4,5	1,7	110 000	1,3
EM1	Электронный индикатор	6,3	0,2	250	0,024	5	—	—	—	—
EM4	То же	6,3	0,2	250	—	$5 \cdot 16$	—	—	—	—
EAB1	Диод тройной	6,3	0,2	—	—	—	—	—	—	—
EB4	Диод двойной	6,3	0,2	—	—	—	—	—	—	—
EBС3	Двойной диод-триод	6,3	0,2	250	5	5,5	—	2,0	15 000	1,3
EBF2	Двойной диод-пентод	6,3	0,2	250	5	2	—	1,0	$1,3 \cdot 10^6$	0,002
EVL1	Двойной диод-пентод оконечный	6,3	1,18	250	36	6	4,5	9,0	50 000	0,8
ESH3	Триод-гексод	6,3	0,2	250	3	2	—	—	$1,3 \cdot 10^6$	0,003
ESH4	Триод-гептод	6,3	0,35	250	5,3	2	—	2,2	$0,9 \cdot 10^6$	0,002

Продолжение

Обозначение лампы	Тип	Накал		Напряжение на аноде (в в)	Анодный ток (в ма)	Отрицательное напряжение на управляющей сетке (в в)	Выходная мощность (в вт)	Крутизна (в ма/в)	Внутреннее сопротивление (в ом)	Емкость анод—управляющая сетка (в мкмкф)
		напряжение (в в)	ток (в а)							
Серия E-21										
EVL21	Двойной диод-пентод оконечный	6,3	0,8	250	44	5,2	4,5	9,5	50 000	1,4
ECH21	Триод-гептод	6,3	0,33	250	3	2	—	—	1,4·10 ⁶	0,002
EF22	Пентод высокой частоты „варимю“	6,3	0,2	250	6	2,5	—	2,2	1,2·10 ⁶	0,002

Таблица 49

Лампы с повышенным напряжением накала для бестрансформаторных приемников

Обозначение лампы	Тип	Накал		Напряжение на аноде (в в)	Анодный ток (в ма)	Отрицательное напряжение на управляющей сетке (в в)	Выходная мощность (в вт)	Крутизна (в ма/в)	Внутреннее сопротивление (в ом)	Емкость анод—управляющая сетка (в мкмкф)
		напряжение (в в)	ток (в а)							
Серия U (0,1a)										
UBL21	Двойной диод-пентод оконечный	55	0,1	180	61	10	4,8	9,0	22 000	1,2
UCH21	Триод-гептод	20	0,1	200	3,5	2	—	—	10 ⁶	0,002

Продолжение

Обозначение лампы	Тип	Накал		Напряжение на аноде (в в)	Анодный ток (в ма)	Отрицательное напряжение на управляющей сетке (в в)	Выходная мощность (в вт)	Крутизна (в ма/в)	Внутреннее сопротивление (в ом)	Емкость анод—управляющая сетка (в мкмкф)
		напряжение (в в)	ток (в а)							
UF21	Пентод высокой частоты „варимю“	12,6	0,1	200	6	2,5	—	2,2	10^6	0,002
UBL1	Двойной диод-пентод оконечный	55	0,1	200	55	11,5	5,2	8,5	20 000	0,8
UCH4	Триод-гептод	20	0,1	200	3	2	—	—	$1,3 \cdot 10^6$	0,002
UF9	Пентод высокой частоты „варимю“	12,6	0,1	200	6	2,5	—	2,2	$1,2 \cdot 10^6$	0,002
UM4	Электронный индикатор	12,6	0,1	200	—	—	—	—	—	—
UBF11	Двойной диод-пентод	20	0,1	200	0,5	5	—	—	$0,2 \cdot 10^6$	0,002
UCH11	Триод-гексод	20	0,1	200	2,5	2	—	—	$1,0 \cdot 10^6$	0,001
UCL11	Триод-тетрод оконечный	60	0,1	200	45	8,5	4	9,0	18 000	0,9
UF11	Пентод высокой частоты „варимю“	15	0,1	200	6	2	—	2,2	$1,5 \cdot 10^6$	0,002
UFM11	Пентод низкой частоты плюс электронный индикатор	15	0,1	200	0,95	0	—	—	$0,2 \cdot 10^6$	0,8
UL12	Пентод оконечный	60	0,1	200	75	8	4,8	1,2	12 000	0,5
Серия С (0,2а)										
CB2	Двойной диод	13	0,2	—	—	—	—	—	—	—
CBC1	Двойной диод-триод	13	0,2	200	4,0	5	—	2,0	13 500	1,8
CBL1	Двойной диод-пентод низкой частоты	44	0,2	200	45	8,5	4	8,0	40 000	1,0

Продолжение

Обозначение лампы	Тип	Накал		Напряжение на аноде (в в)	Анодный ток (в ма)	Отрицательное напряжение на управляющей сетке (в в)	Выходная мощность (в вт)	Крутизна (в ма/в)	Внутреннее сопротивление (в ом)	Емкость анод—управляющая сетка (в мкмкф)
		напряжение (в в)	ток (в а)							
CF3	Пентод высокой частоты „варимю“	13	0,2	200	8,0	3	—	1,8	$0,9 \cdot 10^6$	0,003
CF7	Пентод высокой частоты	13	0,2	200	3,0	2	—	2,1	$2 \cdot 10^6$	0,003
CK1	Октод	13	0,2	200	1,6	11	—	$S_c = 0,6$	$1,5 \cdot 10^6$	—
CL1	Пентод оконечный	13	0,2	250	20	23	1,7	1,9	80 000	1,1
CL2	То же	24	0,2	200	40	19	3	3,1	23 000	1,3
CL4	„ „	33	0,2	200	45	8,5	4	8,0	35 000	1,0

Таблица 50

Кенотроны

Обозначение лампы	Тип кенотрона	Род накала	Накал		Максимально допустимое на-пряжение на каждый анод (в в)	Максимальный выпрямленный ток (в ма)
			напряж-ние (в в)	ток (в а)		
AZ1	Двуханодный	Прям.	4,0	1,1	500	60
AZ4	То же	„	4,0	2,2	300	100
AZ11	„ „	„	4,0	1,1	500	120
AZ12	„ „	„	4,0	2,2	300	60
EZ4	„ „	Косв.	6,3	0,9	500	100
CY1	Одноанодный	„	20	0,2	300	200
					400	120
					250	175
					127	80

Продолжение

Обозначение лампы	Тип кенотрона	Род накала	Накал		Максимально допустимое напряжение на каждый анод (в в)	Максимальный выпрямленный ток (в ма)
			напряжение (в в)	ток (в а)		
UY1	Одноанодный	"	50	0,1	250	140
VY1	" "	"	55	0,05	127	140
CY2	Двуханодный	"	30	0,2	250	60
CY32	То же	"	30	0,2	127	120

ВОЗМОЖНАЯ ЗАМЕНА ЗАПАДНОЕВРОПЕЙСКИХ ЛАМП ОТЕЧЕСТВЕННЫМИ

Западноевропейские лампы	Возможная замена	Западноевропейские лампы	Возможная замена
Сетевые лампы 6,3 в серии		Сетевые лампы 0,1 а серии	
EB4, EB11 EBC3, EBC11 EBF2, EBF11	6X6 6Г7 6K7 + 6X6, 6B8	UBL1, UBL21 UCH4, UCH11 UCH21 UF9, UF11, UF21 UM4, UM11 UBF11 UCL11	30П1М + 6X6 6A8, 6Д1М 6Л7 + 6С5 6K7 6E5 6B8, 6K7 + 6X6 30П1М + 6Ф5, 25П1С + 6Ф5 6K7 + 6E5 25П1С, 30П1М
ECH3, ECH11 ECH4, ECH21 ECL11 EDD11 EF6, EF9, EF11, EF12, EF13, EF22 EFM11, EFM1 EL2, EL3, EL5, EL6, EL11, EL12 EM1, EM4, EM11 EBL21 EK2	6K8 6Ф6 + 6Ф5 6H7 6K7, 6Ж7 6K7 + 6K5 6Ф6, 6П3, 6Л6, 6V6G 6E5 6X6 + 6Ф6 6A8, 6Д1М	Сетевые лампы 4 в серии AB2 ABC1	6X6, CO-185 ¹ CO-185

¹ Используется только диодная система лампы.

Западноевропейские лампы	Возможная замена	Западноевропейские лампы	Возможная замена
ABL1 AD1 AF3, AF7 AK2 AL1, AL2 AL4, AL5 ACH1	{ CO-193 + + CO-187, 6X6 + CO-187 УО-186 CO-182, CO-148, CO-124 CO-183 CO-187 CO-122 CO-187 CO-183 + + ПО-119	DCH11, DCH21, DCH25 DDD11, DDD25 DF11, DF22, DF25 DL11, DL21, DL25 DAC21, DAC25 DBC21, DBC25 DF21, DF26 DK21, DK25 DLL21, DLL25	CB-242 CO-243 2K2M, CO-241 CB-258, CB-244 CO-243, 2Ж2М УБ-240 + + CO-243 2Ж2М CB-242 CB-258 (2 шт.)
Батарейные лампы KB2 KBC1 KC1, KC3, KC4 KCH1 KDD1, KDD2 KF1, KF4, KF7 KF2, KF3, KF8 KK2 KL1, KL4, KL5 DAF11 DC11, DC25	CO-243, 6X6 УБ240 + + CO-243 УБ-240 CB-242 CO-243 2Ж2М 2K2M, CO-241 CB-242 CB-258 2K2M + + УБ-240 УБ-240	Лампы 0,2 а серии (серия С) CB1, CB2 CBC1 CBL1, CBL6, CBL31 CC2 CCH1, CCH2 C/EM2 CF1, CF7 CF2, CF3 CH1 CK1, CK3 CL1, CL2, CL4, CL6, CL33	6X6 6Г7, 6P7 30П1М + + 6X6 C65 6A8, 6Д1М, 6Л7 + 6С5 6Ф5 + 6Е5 6Ж7 6К7 6Л7 6A8 30П1М

**Обозначение соответственных западноевропейских
приемно-усилительных ламп**

Филипс	Тунгсрам	Телефункен	Триотрон
AB1 AB2 ABC1 ABL1 AC2 ACH1 AD1 AF2	DD 465 TAB 2 TABC 1 ABL 1 AC 2 ACH 1 AD 1 HP 4115	AB 1 AB 2 ABC1 ABL1 AC 2 ACH1 AD1 AF2	D 401 D 400 DT 436 DP 495 T 435 TH 401 T 460 S 432

Продолжение

Филипс	Тунгсрам	Телефункен	Триотрон
AF3	TAF 3	AF3	S 423
AF7	TAF 7	AF7	S 424
AH1	AH 1	AH1	H 425
AK1	MO 465	AK1	O 407
AK2	AK 2	AK2	O 406
AL1	AL 1	AL1	P 434
AL2	AL 2	AL2	P 445
AL4	AL 4	AL4	P 496
AL5	AL 5	AL5	P 469
AZ1	AZ 1	AZ1	G 459
AZ 11N	AZ 11	AZ11	AZ 11N
A 409	G 407	RE 074	H 412
A 415	LD 408	RE 084	A 420
A 425	HR 406	RE 034	W 412
A 441N	DG 406	REN 0704d	D 410
B 217	—	—	A 214
B 228	HR 210	RE 102	W 213
B 210	CB 220	—	E 220
B 255	SV 220	RES 192	S 213
B 262	S 220	RES 182	S 215
B 405	P 414	RE 124	E 420
B 409	L 414	RE 134	E 422
B 424	HR 410	RE 084	A 430
B 438	HR 406	RE 034	W 420
B 442	S 410	—	S 409
B 413	PP 415	RES 174d	P 420
B 543	PP 610	RES 105	P 520
B 2038	R 2018	REN 1821	A 2020
B 2042	S 2018	RE 1820	S 2010
B 2043	PP 2018	RENS 1823d	P 2020
B 2044S	DS 2018	REN 1826	B 2035N
B 2045	SE 2018	RENS 1819	S 2012
B 2046	HP 2018	RENS 1884	S 2035N
B 2052T	SS 2018	RENS 1818	S 2030N
C 443	PP 430	RES 364	P 425
C 243N	PP 222	RES 212	P 225
CB 1	CB 1	CB 1	D 1301
CB 2	CB 2	CB 2	D 1300
CBC1	CBC1	CBC 1	DT 1336
CBL1	CBL 1	CBL 1	DT 3580
CF 1	—	CF 1	S 1328
CF 2	—	CF 2	S 1327
CF 3	CF 3	CF 3	S 1323
CF 7	CF 7	CF 7	S 1324
CK1	CK 1	CK 1	O 1307
CL1	CL 1	CL1	P 1320

Продолжение

Филипс	Тунгсрам	Телефункен	Триотрон
CL2	CL 2	CL2	P 2046
CL4	CL 4	CL4	P 3580
CY1	CY 1	CY 1	G 2080
CY2	CY 2	CY 2	G 3060
C 1	200 R1	C 1	C 1
C 2	200 R11	C 2	C 2
E 409	—	REN 204	E 430N
E 424	AG 495	REN 904	A 430N
E 438	AR 4101	REN 1004	W 415N
E 411N	DG 4101	REN 704d	D 410N
E 442	AS 494	RENS 1204	S 412N
E 443N	PP 4101	RES 964	P 435
E 443N	PP 4100	RES 664d	P 430
E 444	DG 4100	RENS 1254	B 430N
E 445	AS 4105	RENS 1214	S 415N
E 446	HP 4101	RENS 1284	S 435N
E 447	HP 4106	RENS 1294	S 434N
E 449	FH 4105	RENS 1234	H 426
E 452T	AS 4120	RENS 1267	S 430N
E 453	APP 4120	RENS 1374d	P 440N
E 455	AS 4120	RENS 1274	S 431N
E 463	APP 4130	RENS 1384	P 441N
E 499	AR 4120	REN 914	A 440N
KBC1	KBC1	KBC 1	DT 215
KC 1	KC 1	KC 1	T 204
KC 3	KC 3	KC3	T 223
KDD1	KDD 1	KDD 1	TT 210
KF1	HP 212	KF 1	S 218
KF2	HP 215	KF 2	S 217
KF3	KF 3	KF 3	S 209
KK2	KK 2	KK 2	O 202
KL2	KL 2	KL 2	E 220
KL4	KL 4	KL 4	P 226
506	PV 495	RGN 1054	G 470
1801	PV 430	RGN 504	G 431
1802	V 430	RGN 354	G 429
1805	PV 4100	RGN 1094	G 460
1832	V 4200	RGN 1404	G 4100

ЭЛЕМЕНТЫ ЛАМПОВОГО РАДИОПРИЕМНИКА

ВВЕДЕНИЕ

Современные радиоприемные устройства как любительские, так и фабричного изготовления, по схеме можно подразделить на приемники прямого усиления и супергетеродины.

Супергетеродинные приемники, использующие метод преобразования частоты принимаемой радиостанции в промежуточную частоту, обладают более высокой чувствительностью и избирательностью по сравнению с приемниками прямого усиления. Усиление высокочастотного резонансного усилителя при непосредственном включении колебательного контура в анодную цепь определяется формулой

$$K = \mu \frac{R'}{R_i + R'}, \quad (11,1)$$

а если $R_i \gg R'$, что справедливо для экранированной лампы, то

$$K \approx \mu \frac{R'}{R_i} \approx SR',$$

где: K — коэффициент усиления резонансного усилителя; μ — коэффициент усиления лампы; R_i — внутреннее сопротивление лампы; R' — резонансное сопротивление контура; S — крутизна характеристики лампы.

При данном типе лампы усиление каскада будет зависеть от величины R' , т. е. от величины сопротивления контура при резонансе. С уменьшением резонансной частоты, при постоянной величине емкости C , сопротивление контура при резонансе, а следовательно, и усиление каскада возрастают. Например, при частоте 10 мггц резонансный усилитель с экранированной лампой может обеспечить коэффициент усиления, примерно равный 15. Если же частоту уменьшить до 300 кгц, то коэффициент усиления можно довести до 100 и более.

В современных супергетеродинных радиоприемниках промежуточная частота выбирается в несколько сотен килогерц, что дает возможность при небольшом числе каскадов усилителя промежуточной частоты обеспечить большое усиление.

Так как усилитель промежуточной частоты представляет собой усилитель на фиксированную частоту, то облегчается создание двухконтурной системы с формой резонансной кривой, которая приближается к идеальной, т. е. прямоугольной.

Указанные основные преимущества супергетеродинной схемы — большее усиление и избирательность по сравнению со схемой прямого усиления — обусловили широкое распространение супергетеродинных приемников.

ПРИЕМНИКИ ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ

Как видно из приведенной на рис. 114 скелетной блок-схемы, приемники прямого усиления имеют каскады усиления

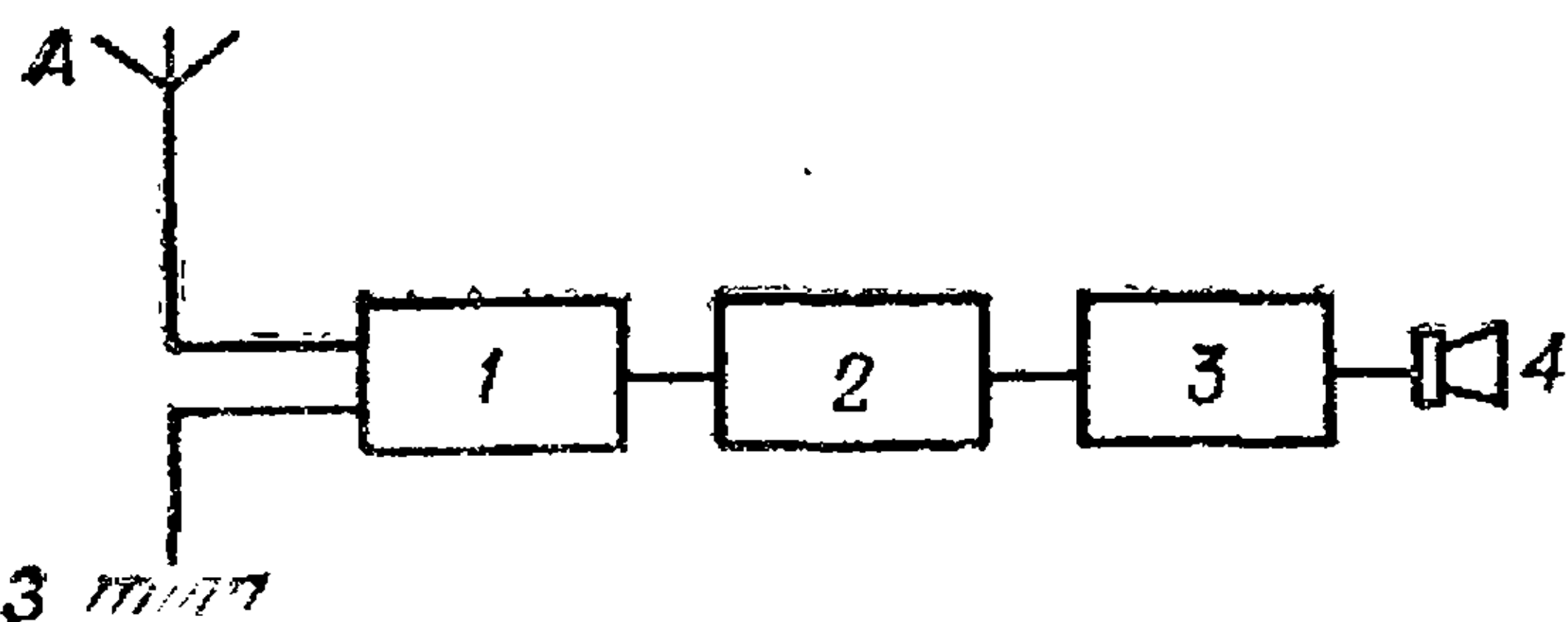


Рис. 114. Скелетная схема приемника прямого усиления: 1 — каскады усиления высокой частоты; 2 — детекторный каскад; 3 — каскады усиления низкой частоты; 4 — репродуктор.

высокой частоты, детекторный каскад и каскады усиления низкой частоты.

Скелетную схему приемников прямого усиления принято обозначать тремя знаками: двумя цифрами и буквой V между ними. Первая цифра показывает число каскадов усиления высокой частоты; буква V обозна-

чает детекторный каскад, а последняя цифра — число каскадов усиления низкой частоты.

Пример. Приемник собран по схеме 1—V—2. Это означает, что приемник состоит из одного каскада усиления высокой частоты, детекторного каскада и двух каскадов усиления низкой частоты.

Каскады усиления высокой частоты

Каскады усиления высокой частоты чаще всего собираются по одной из схем, приведенных на рис. 115.

Ниже приводится расчет каскада усилителя высокой частоты в предположении, что известны: 1) параметры лампы, т. е. S — крутизна характеристики, R_i — внутреннее сопротивление и C_{ag} — емкость анод-сетки; 2) максимальная и минимальная емкость конденсатора переменной емкости — C_{max} и C_{min} ; 3) максимальная и минимальная частота поддиапазона — f_{max} и f_{min} .

Пример расчета (рис. 115, а и б).

1. Определяем коэффициент усиления каскада:

$$K = SR_э, \quad (П,2)$$

где: S — крутизна характеристики (в a/v).

Величину $R_э$ находим из выражения:

$$R_э = \frac{R'R_i}{R' + R_i}. \quad (11,3)$$

Если $R_i \gg R'$, то коэффициент усиления каскада

$$K \approx SR',$$

где: R' — резонансное сопротивление контура, равное:

$$R' = \frac{L}{CR}, \quad (11,4)$$

где: L — самоиндукция катушки (в гн); R — полное активное со-

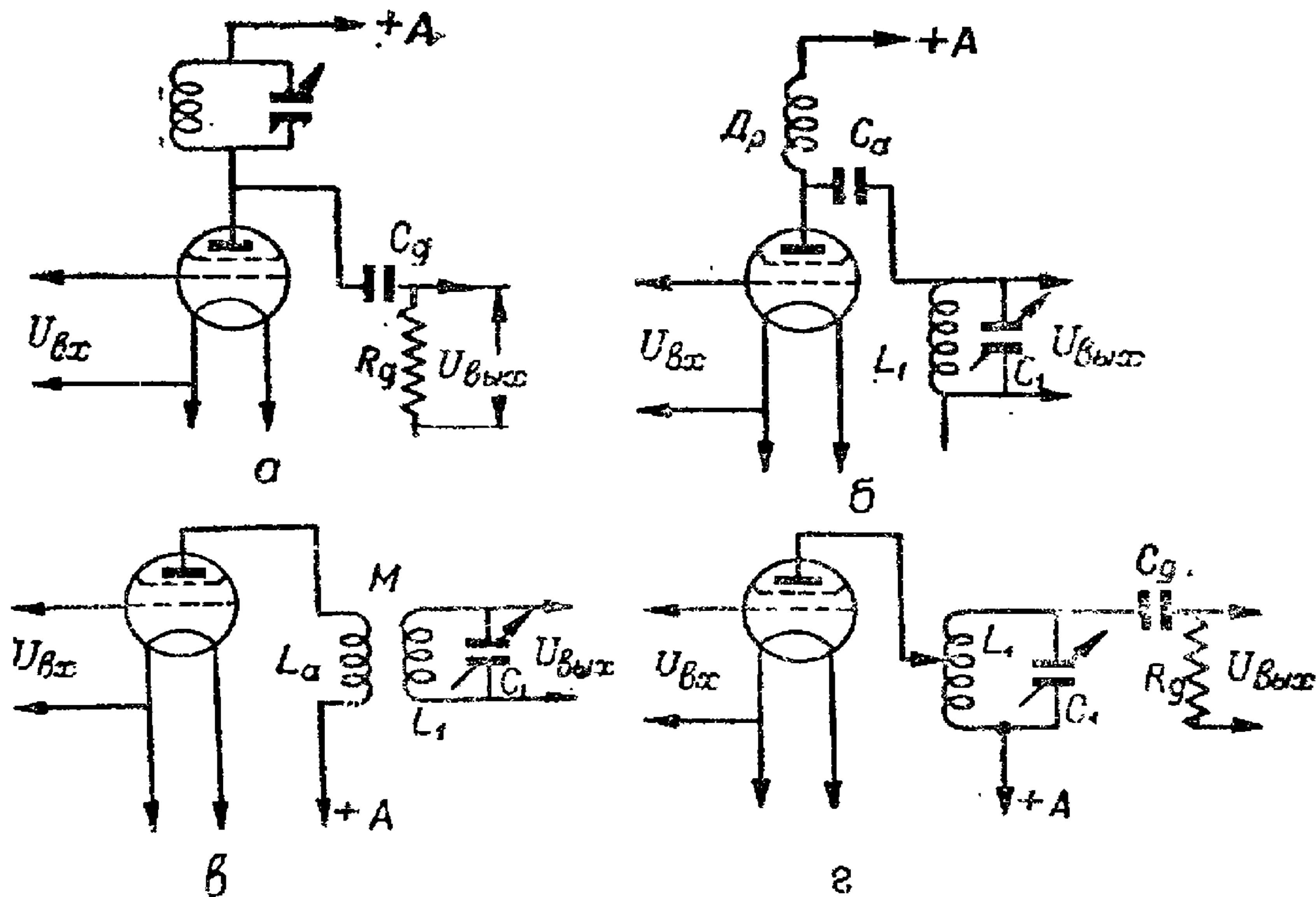


Рис. 115. Схемы каскадов усиления высокой частоты:
 а — резонансная; б — дроссельная; в — с трансформаторной связью;
 г — с автотрансформаторной связью.

противление контура при расчетной частоте; C — емкость контура при расчетной частоте (в ф):

$$C = \frac{278 \lambda^2}{L_{см}} \cdot 10^{-12} \text{ ф.}$$

2. Для обеспечения стабильной работы (отсутствие самовозбуждения) усилителя необходимо, чтобы в любой точке диапазона R' не превышало определенной величины, т. е. соблюдалось следующее неравенство:

$$R' \leq \sqrt{\frac{0,25}{\omega_{\max} C_{ад} S}} \text{ ом,} \quad (11,5)$$

где: $\omega_{\max} = 6,28 f_{\max}$; $C_{ад}$ — емкость (в ф), состоящая из емкости анод — сетка лампы и емкости монтажа; S — крутизна характеристики лампы (в а/в).

В том случае, когда R' , полученное из формулы (11,4), будет больше значения, полученного из формулы (11,5), следует выбрать другие данные контура или перейти к иной схеме усиления высокой частоты (см. ниже).

3. Самоиндукция анодного дросселя для схемы рис. 115, б будет

$$L_{др} = (3 \div 4) L_1. \quad (11,6)$$

4. Емкость разделительного конденсатора определяем из соотношения:

$$C_a \geq \frac{10^{13}}{R' f_{\min}} \text{ мкмкф.} \quad (11,7)$$

Для схемы рис. 115, а,г ориентировочно можно принять:

$$C_g \approx 20 C_{ад}, \quad (11,8)$$

где: $C_{ад}$ — суммарная емкость, состоящая из емкости анод — сетка и емкости монтажа.

R_g принимаем равным 0,4 — 1 мгом.

Расчет схемы (рис. 115, в).

1. Резонансное сопротивление контура определяем по формуле (11,4):

$$R' = \frac{L_1}{CR} \text{ ом.}$$

2. Сопротивление нагрузки в цепи анода лампы:

$$R_{нагр} = R' \left(\frac{M}{L_1} \right)^2 \text{ ом,} \quad (11,9)$$

где: M — взаимная индукция (в гн); L_1 — самоиндукция катушки контура (в гн); R' — резонансное сопротивление контура.

3. Коэффициент усиления каскада будет:

$$K = SR_{нагр} \frac{L_1}{M}, \quad (11,10)$$

где: S — крутизна характеристики лампы (в а/в); $R_{нагр}$ — сопротивление нагрузки (в ом), определенное по формуле (11,9).

Проверяем стабильность работы усилителя на всем диапазоне по формуле:

$$R_{нагр} \leq \sqrt{\frac{0,25}{\omega_{\max} C_{ад} S}} \text{ ом.} \quad (11,11)$$

Когда $R' > R_{\text{нагр}}$, то взаимную индукцию M можно определить:

$$M = L_1 \sqrt{\frac{R_{\text{нагр}}}{R'}} \text{ эи}, \quad (11,12)$$

где: $R_{\text{нагр}}$ — определяем по формуле (11,11); R' — определяем по формуле (11,4).

Каждый поддиапазон каскада усиления высокой частоты желательно просчитать в трех точках: для минимальной частоты f_{min} , какой-либо средней частоты и для максимальной частоты f_{max} .

Для схемы рис. 115 а, ε емкость C_g подсчитывается по формуле (11,8), а сопротивление R_g принимают равным $0,4 \div 1$ мгом.

Детекторный каскад

В преобладающем большинстве радиоприемников, собранных по схеме прямого усиления, применяется сеточное детектирование.

Детекторный каскад характеризуется коэффициентом преобразования, частотной характеристикой и характеристикой нелинейных искажений.

На вход детекторного каскада после усиления в каскадах высокой частоты подаются модулированные колебания высокой частоты с амплитудой $U_{\text{вх}}$ и коэффициентом глубины модуляции m .

На выходе детекторного каскада получаются колебания низкой частоты с амплитудой напряжения $U_{\text{вых}}$, подлежащие дальнейшему усилению каскадами усилителя низкой частоты.

Коэффициент преобразования находим из выражения:

$$K_{\text{п}} = \frac{U_{\text{вых}}}{m U_{\text{вх}}}, \quad (11,13)$$

где: $U_{\text{вых}}$ — напряжение низкой частоты на зажимах нагрузки детекторного каскада при данном коэффициенте модуляции; m — коэффициент модуляции; $U_{\text{вх}}$ — амплитуда напряжения, подводимого на вход детекторного каскада.

Рассчитать детектор — это значит определить коэффициент преобразования $K_{\text{п}}$, частотную характеристику (зависимость величины $K_{\text{п}}$ от частоты F) и границы входного напряжения, при которых коэффициент нелинейных искажений не превышает допустимой величины.

Квадратичное сеточное детектирование

В радиоприемниках с малым усилением по высокой частоте главным образом применяется квадратичное сеточное детектирование (рис. 116 и 117).

У детекторного каскада с квадратичным сеточным детектированием амплитуда несущей частоты входного напряжения $U_{\text{вх}}$ допускается не более $0,5 - 0,2$ в, а примерные данные гридлика таковы:

$$C_g \approx 150 \text{ мкмкф}; \quad R_g \approx 2 \text{ мгом.}$$

Коэффициент преобразования квадратичного детектора падает с уменьшением входного напряжения. Ориентировочно можно считать, что для $U_{вх} = 0,2 \div 0,5$ в коэффициент преобразования будет $0,5 \div 0,8$.

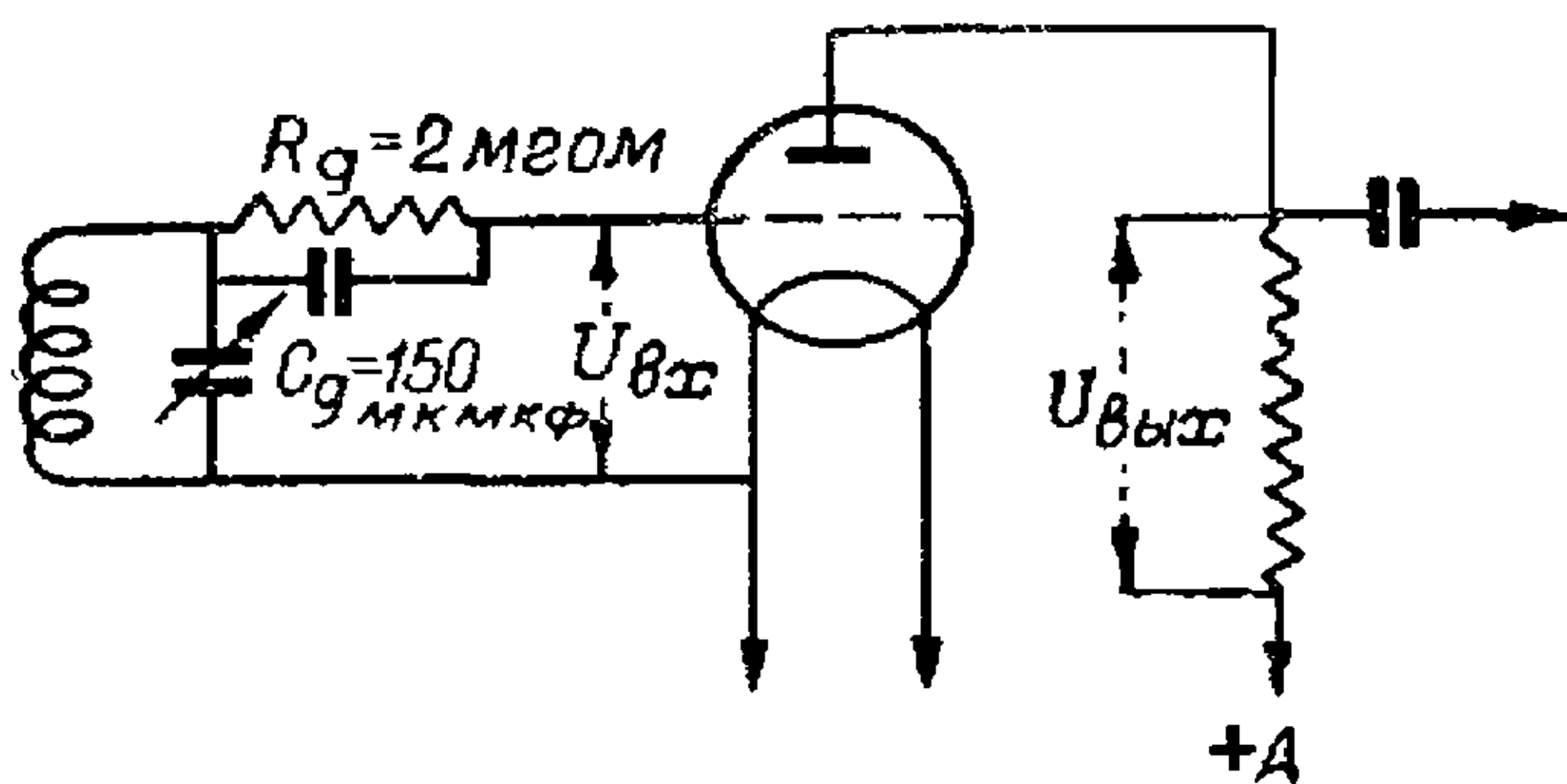


Рис. 116. Схема детектора с квадратичным детектированием.

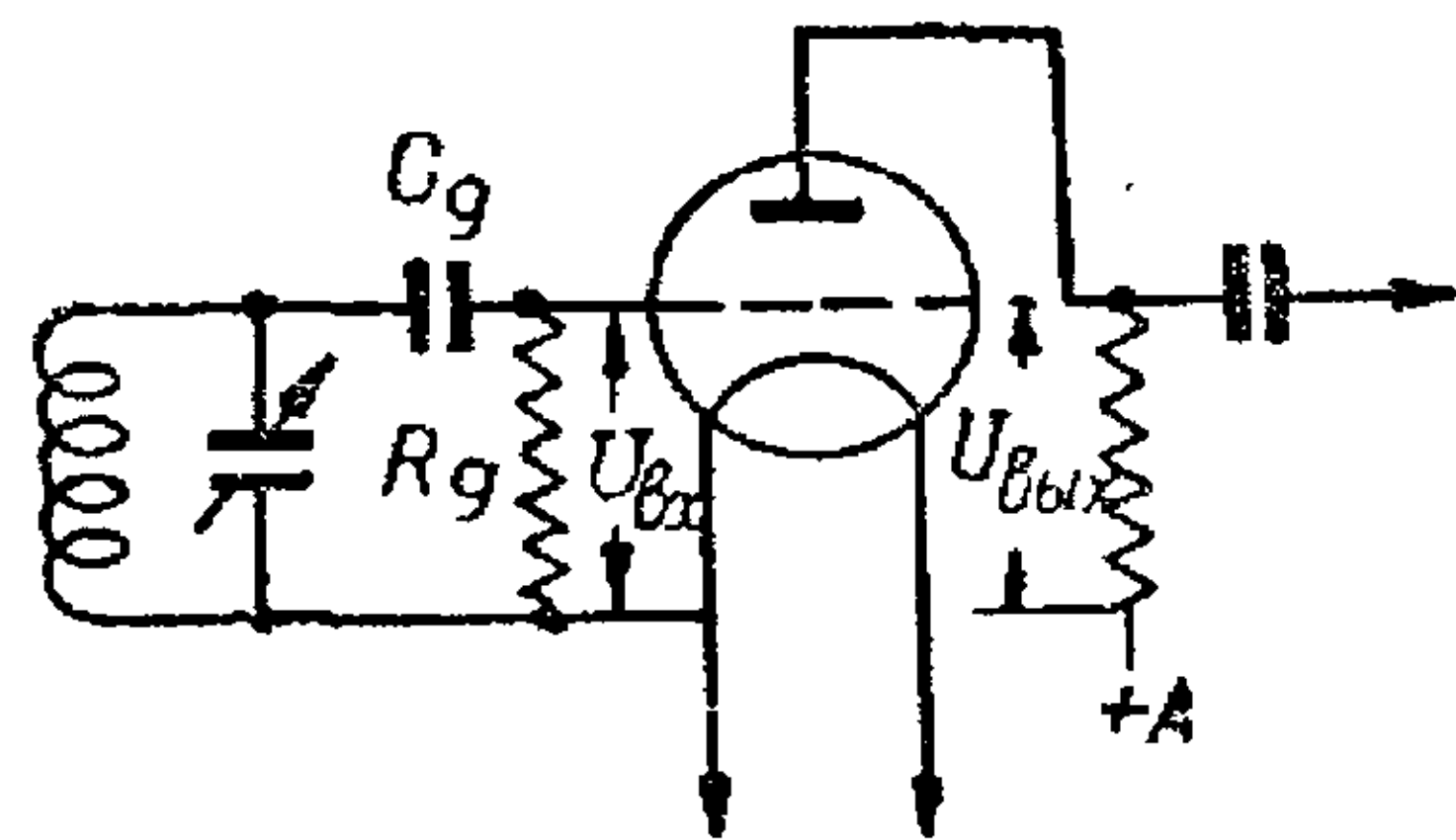


Рис. 117. Схема детектора с квадратичным детектированием (другое включение гридлика).

Коэффициент нелинейных искажений, или клирфактор¹, для квадратичного детектора можно определить по формуле:

$$K_f = 0,25 m, \quad (11,14)$$

где: m — коэффициент модуляции.

Из этой формулы видно, что при 100% модуляции, т. е. при $m = 1$, клирфактор будет очень велик — 25%. Поэтому использование квадратичного детектора дает удовлетворительное качество воспроизведения звука лишь при небольшой глубине модуляции.

Линейное сеточное детектирование

Большие напряженности поля в месте приема, создаваемые современными мощными радиостанциями, а также применение многоэлектродных ламп, дающих значительное усиление, позволяют получить на входе детектора напряжения $U_{вх} = 1,5 \div 2$ в даже при одном каскаде усиления высокой частоты. Указанное дает возможность применить так называемое «линейное сеточное детектирование».

Схема детекторного каскада с линейным сеточным детектированием ничем не отличается от схем с квадратичным детектированием (рис. 116—117), но данные гридлика значительно отличаются. Обычно емкость конденсатора гридлика выбирают равной примерно 100 мкккф, а сопротивление гридлика — 0,2 мгом.

Принимая, что неискаженное детектирование должно быть обеспечено до $m = 0,9$, производим расчет детектора с линейным сеточным детектированием в следующей последовательности:

1. Задаемся величиной C_g . Для средневолнового диапазона можно принять $C_g = 100$ мкккф; для коротковолнового диапазона должно быть $C_g = 20$ мкккф.

¹ Кларфактор—коэффициент нелинейных искажений—представляет собой корень квадратный из отношения суммарной мощности гармоник к мощности основной частоты.

$$K = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2}}{I_1} 100\%$$

2. Определяем величину сопротивления R_g .

$$R_g = \frac{10^{11}}{FC_g}, \quad (11,15)$$

где: C_g — емкость конденсатора гридлика (в см); F — наивысшая частота модуляции (в гц), которую необходимо протектировать без заметного ослабления.

3. По табл. 52 находим коэффициент K . Для этого необходимо предварительно вычислить S_0R_g , где S_0 — средняя крутизна (в а/в) статической характеристики сеточного тока при предполагаемом анодном напряжении.

4. Коэффициент преобразования

$$K_{\Pi} = \mu_d K K_F. \quad (11,16)$$

где: μ_d — динамический коэффициент усиления лампы с нагрузкой в цепи анода

$$\mu_d = \mu \frac{R_a}{R_i + R_a} \quad (11,17)$$

K_F и K находим из табл. 51 и 52.

Таблица 51

Таблица для определения K_F

F	400	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10 000
K_F	1	0,99	0,98	0,97	0,95	0,91	0,86	0,84	0,8	0,76	0,7	0,65

Таблица 52

Таблица для определения K

S_0R_g	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80
K	0,5	0,65	0,69	0,75	0,8	0,81	0,86	0,88	0,9	0,94	0,95

5. Определяем минимальное допустимое напряжение на аноде, при котором еще не наступает вторичного детектирования в цепи анода:

$$E_{a_{\min}} = [U_{вх} (1 + K) + 2] \mu \text{ в}, \quad (11,18)$$

где: $U_{вх}$ — предполагаемое максимальное значение амплитуды несущей частоты на входе детектора; μ — коэффициент усиления лампы; K — находим из табл. 52.

6. Напряжение анодной батареи E_6 должно быть:

$$E_6 = E_{a \min} + I_0 R_a, \quad (11,19)$$

где: $E_{a \min}$ — определенное по формуле (11,18); I_0 — постоянная слагающая анодного тока при $U_{вх}$, равном величине, взятой в пункте 5; R_a — величина сопротивления в цепи анода детекторной лампы (в ом).

Обратная связь

В детекторном каскаде радиоприемников, собранных по схеме прямого усиления, может быть применена обратная связь. Такие каскады называют детекторно-регенеративными. В большинстве своем детекторно-регенеративные каскады собираются по схеме с индуктивной обратной связью (рис. 118) или с обратной связью, регулируемой емкостью

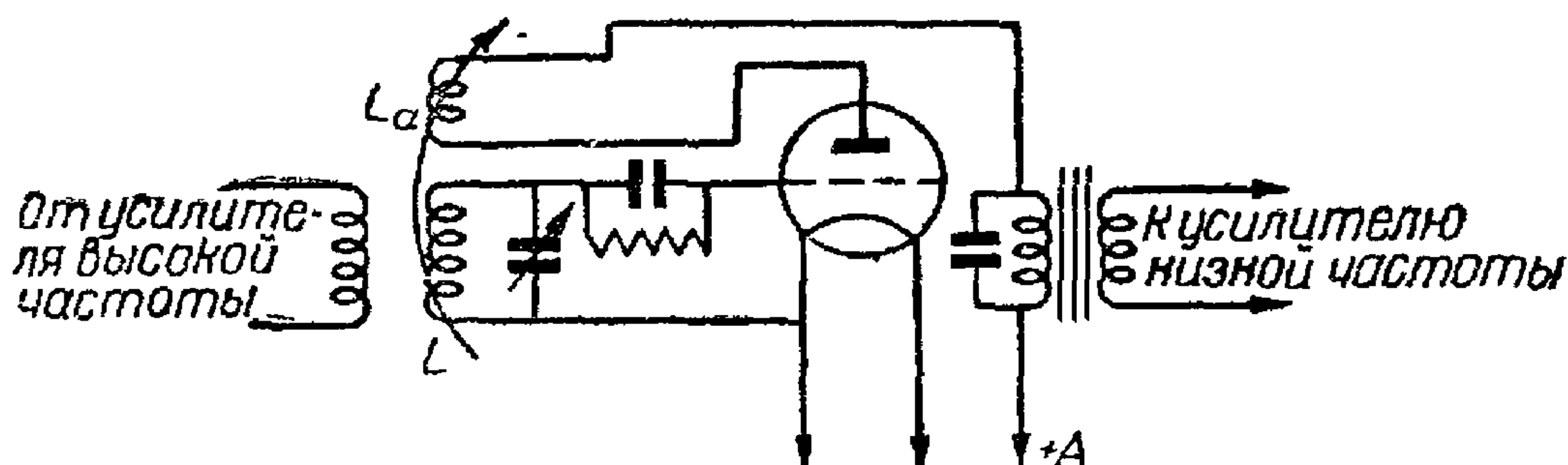


Рис. 118. Схема детекторного каскада с индуктивной обратной связью.

(рис. 119). Значительно реже применяются также схемы детекторно-регенеративных каскадов с регулировкой обратной связи сопротивлением, изменением напряжения на экранной сетке (при применении тетродов) и т. д.

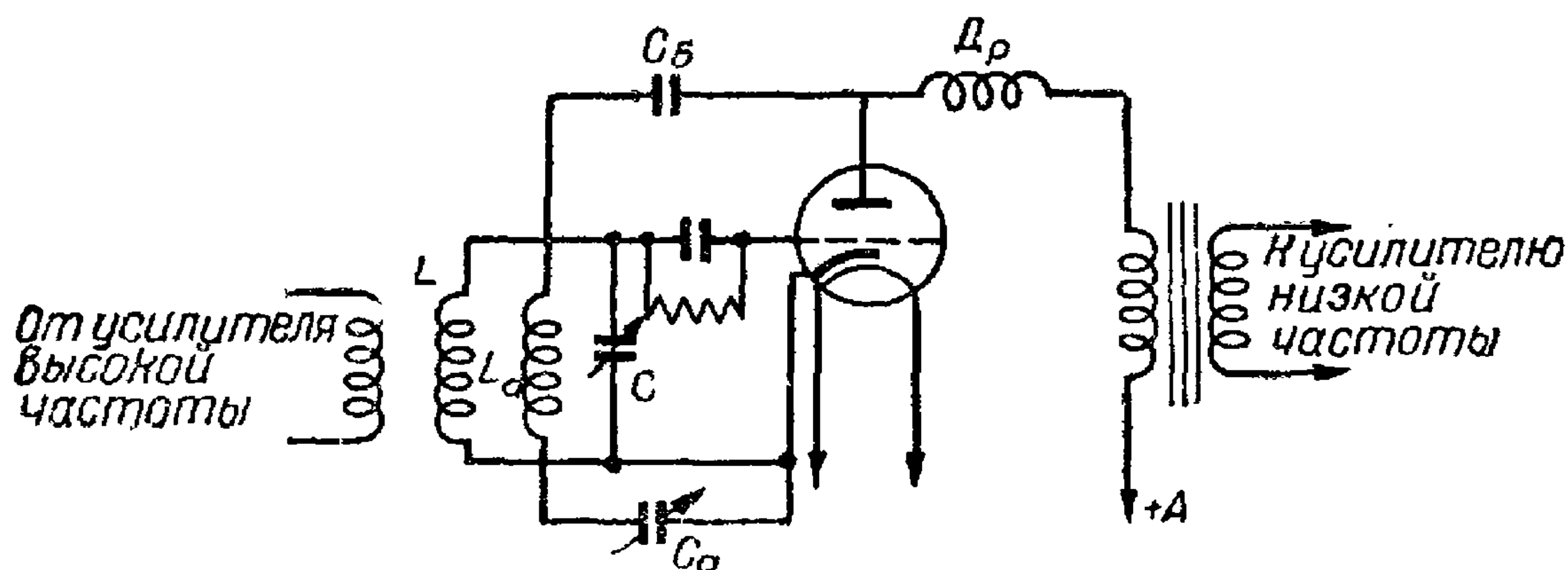


Рис. 119. Схема детекторного каскада с обратной связью, регулируемой емкостью.

Принцип работы регенератора заключается в следующем. При приеме радиостанций анодный ток лампового детектора является пульсирующим током и состоит из трех слагающих: постоянной, высокочастотной и низкочастотной. Проходя через катушку обратной связи

L_a , высокочастотная слагающая индуктирует в катушке контура L переменное напряжение, дополнительное к уже возбужденному в контуре от принимаемой радиостанции.

Для получения дополнительного усиления в результате наличия такой связи необходимы достаточная взаимная связь между анодной и сеточной цепью (т. е. между катушками L_a и L), а также правильное включение катушек, при которых напряжение высокой частоты, индуктируемое катушкой L_a в катушку L , было бы в фазе с принимаемыми колебаниями.

При сближении катушки обратной связи и катушки контура или же при увеличении силы тока высокой частоты в катушке обратной связи, увеличивается громкость приема, но лишь до определенного предела. При некотором значении обратной связи возникает генерация собственных колебаний, мешающая приему радиовещательных станций. Момент возникновения собственных колебаний называется порогом генерации. Значение обратной связи, соответствующее порогу генерации, является критическим значением.

Прием слабых станций производится у порога генерации, где усиление наибольшее. Поэтому чрезвычайно важно иметь возможность плавного подхода к порогу генерации («мягкий» подход к генерации). Большое влияние на плавность подхода к генерации оказывает правильный выбор величины сопротивления гридлика.

Приемник при сильной обратной связи (т. е. после наступления генерации) дает возможность принимать телеграфные станции, работающие незатухающими колебаниями, без тональной модуляции.

В схемах регенеративных каскадов можно использовать не только триоды, но и многоэлектродные лампы (тетроды и др.).

Усилители низкой частоты

Усилители низкой частоты применяют для усиления напряжений низкой частоты, получаемого после детекторного каскада, а также и для самостоятельных целей, например, для звукозаписи, звуковоспроизведения и т. п. Последний каскад низкой частоты, работающий на нагрузку (линия, громкоговоритель и т. д.), принято называть окончательным каскадом. Задачей окончательного каскада усилителя низкой частоты является отдача максимальной неискаженной мощности нагрузке. Каскады усилителя низкой частоты, включаемые до окончательного каскада, называются предварительными каскадами, или каскадами усиления напряжения. В отличие от окончательного каскада, в каскадах усиления напряжения применяются маломощные лампы. Число необходимых каскадов усиления напряжения зависит от типа ламп, схемы и величины входного напряжения низкой частоты, подаваемого на вход первого каскада низкой частоты.

Усилители низкой частоты характеризуются: коэффициентом усиления $K = \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}}$; частотной характеристикой, т. е. зависимостью коэффициента усиления от частоты; наибольшей амплитудой входного напряжения $U_{\text{вх}}$, выше которой наступают нелинейные искажения, превышающие допустимую величину. Для окончательного каскада одной из важ-

нейших характеристик является также величина максимальной неискаженной мощности, которую можно снять с окончного каскада.

В зависимости от характера анодной нагрузки данного каскада, усилители низкой частоты подразделяют на: усилители на сопротивлениях (рис. 120), усилители на дросселях (рис. 121) и усилители на трансформаторе (рис. 122).

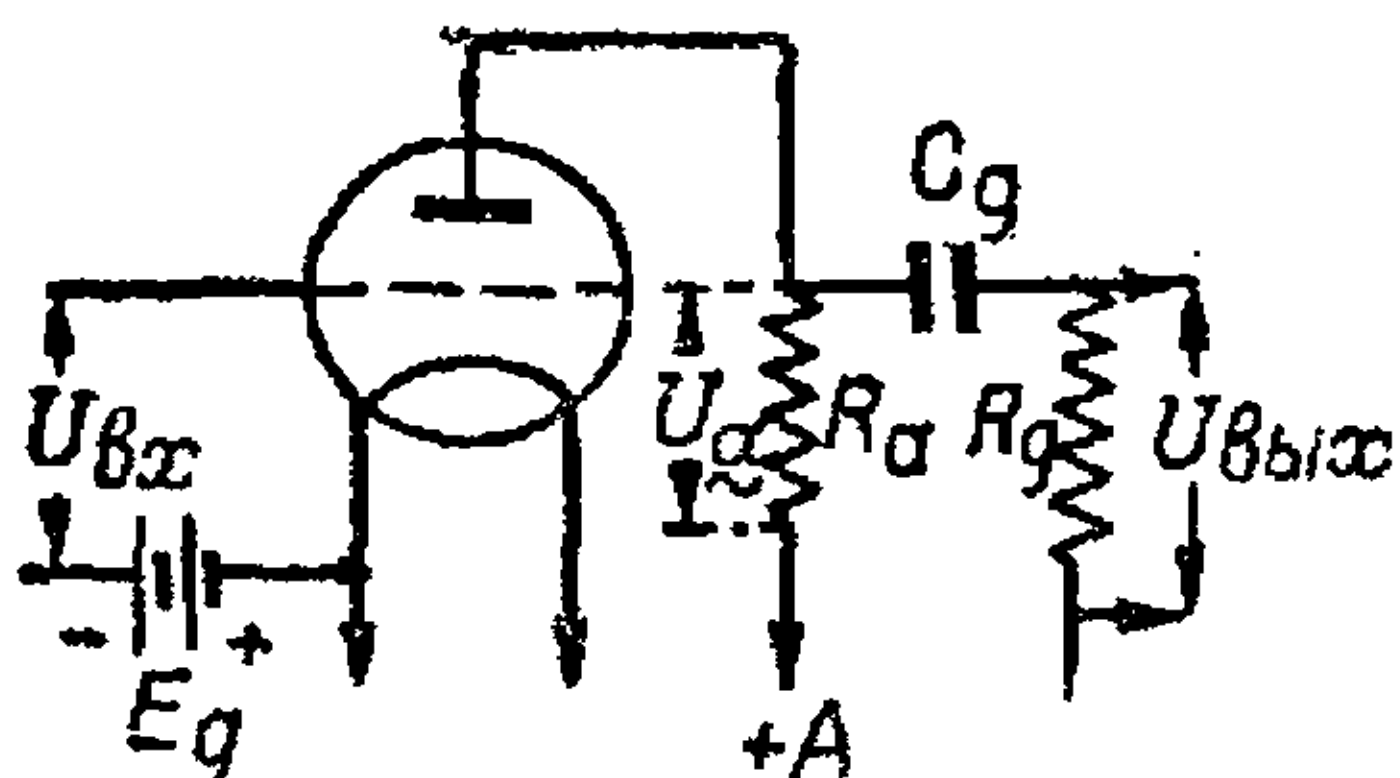


Рис. 120. Схема усилителя низкой частоты на сопротивлениях.

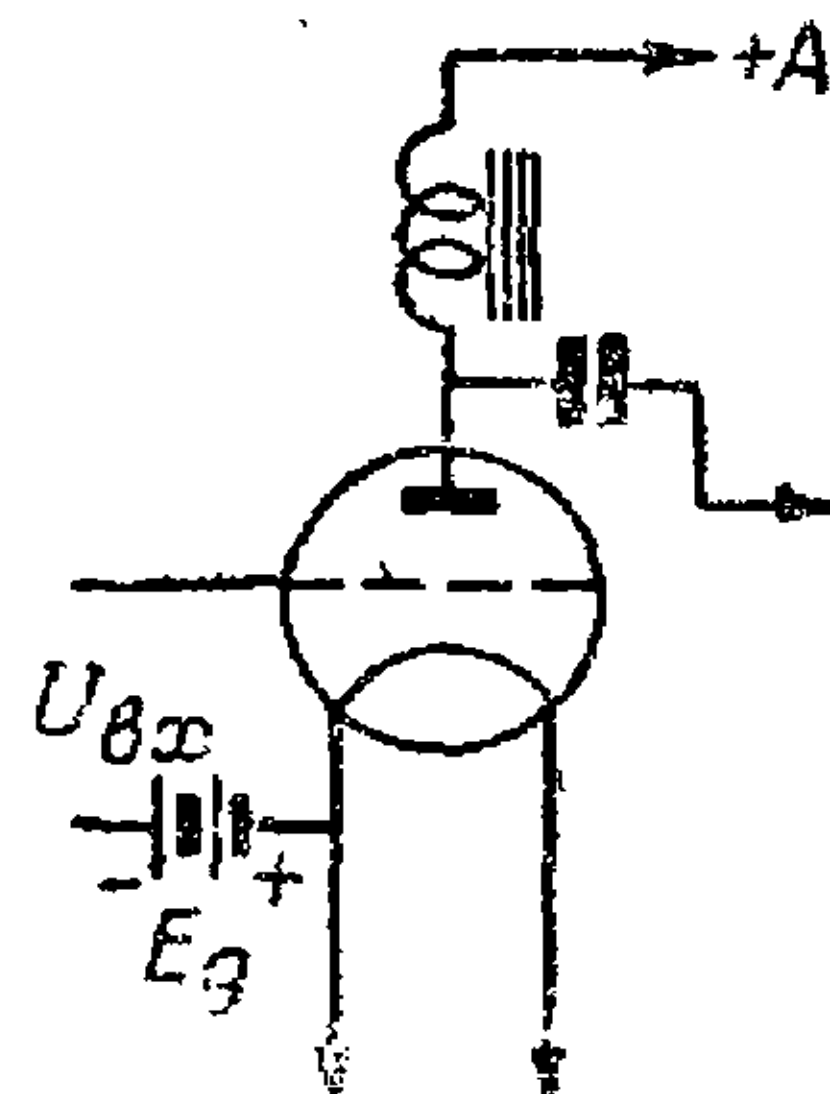


Рис. 121. Схема усилителя низкой частоты с дросселем.

Расчет каскада усилителя низкой частоты на сопротивлениях

Дано: лампа с параметрами S, μ, R_i ; низшая (f_n) и высшая (f_v) частоты звукового диапазона; величину эквивалентной емкости следующего каскада C_0 , шунтирующей сопротивление утечки R_g , можно считать $C_0 \approx 200$ мкмкф.

Расчет. 1. Задаемся одной из величин C_g или R_g . При заданной одной из указанных величин, вторую находим по формулам:

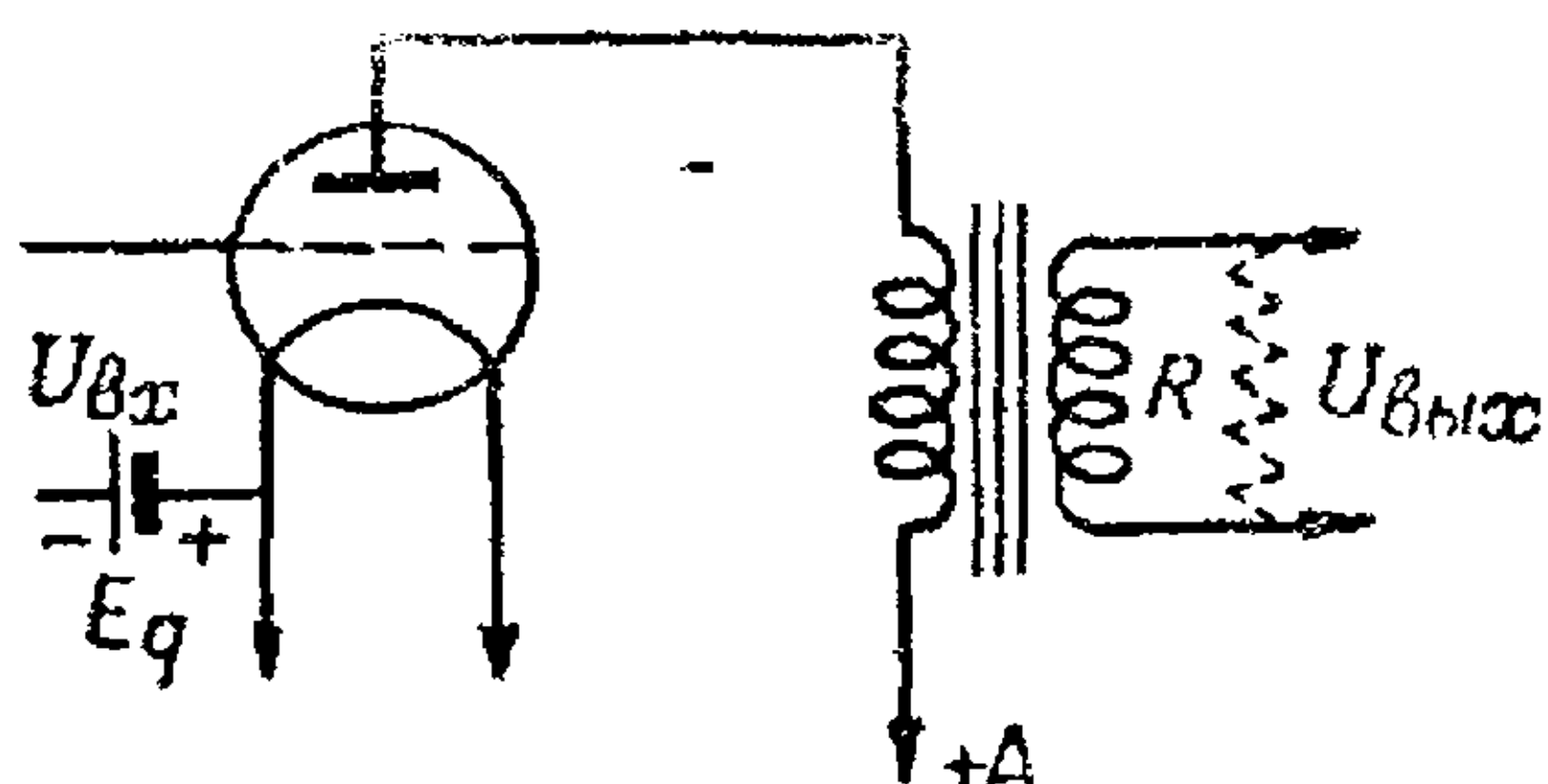


Рис. 122. Схема каскада усилителя низкой частоты на трансформаторе.

$$R_g \approx \frac{0,5}{C_g f_n} \text{ ом} \quad (11,20)$$

или

$$C_g \approx \frac{0,5}{R_g f_n} \text{ ф,} \quad (11,21)$$

где: C_g — в ф, R_g — в ом, f_n — в гц

2. Определяем величину анодной нагрузки R_a .

$$R_a \leq \frac{R_i}{4R_i \cdot 10^{-9}f_v - 1}, \quad (11,22)$$

где: R_i — внутреннее сопротивление лампы (в ом), f_v — в гц.

Если знаменатель дроби $4R_i \cdot 10^{-9}f_v - 1$ меньше 0,34 или получится отрицательным, то R_a принимают равным:

$$R_a = (2 \div 3) R_i. \quad (11,23)$$

Если следующая после рассчитываемого каскада лампа будет экранированная или пентод, то

$$R_a \leq \frac{R_i}{R_i f_{\max} \cdot 10^{-9} - 1},$$

так как входная емкость C_0 у экранированных ламп и пентодов примерно в 4 раза меньше чем у трехэлектродной лампы предварительного усиления.

3. Коэффициент усиления каскада

$$K = \mu \frac{\alpha}{\alpha + 1}, \quad (11,24)$$

где: $\alpha = \frac{R_a}{R_i}$; μ — коэффициент усиления лампы.

Данный расчет приведен в предположении, что уменьшение усиления на крайних частотах не будет более 5%.

4. Максимальное входное напряжение определяют графически, исходя из того, что колебания на сетке не должны заходить в область сеточных токов и не должны выходить за пределы прямолинейного участка анодной характеристики. Смещение на сетке лампы — E_g должно быть таким, чтобы рабочая точка лежала на середине прямолинейного участка характеристики, при данном анодном напряжении E_a .

При заданном $U_{вх}$ (наибольшая амплитуда входного напряжения) напряжение на аноде лампы можно найти по формуле:

$$E_a = (U_{вх} + 1) \cdot 2\mu, \quad (11,25)$$

а смещение на сетке E_g по формуле:

$$E_g = (1 \div 1,2) U_{вх} \quad (11,26)$$

(при бариевых лампах коэффициент будет равен 1; при подогревных оксидных — 1,2).

Имея данные E_a и E_g , по характеристике лампы легко определить I_0 , т. е. величину анодного тока. Тогда напряжение источника анодного тока будет

$$E_0 = E_a + I_0 R_a. \quad (11,27)$$

Если применить экранированную лампу или пентод в каскаде усиления низкой частоты на сопротивлениях, то величину R_a выбирают меньше величины внутреннего сопротивления лампы R_i . Это вызывается тем обстоятельством, что у экранированных ламп и пентодов R_i значительно выше, чем у триодов. Следовательно, если оставить соотношение между R_a и R_i такое же как у триодов, то из-за очень большого R_a сильно уменьшится напряжение на аноде лампы. При пентодах

$$R_a = (0,15 \div 0,2) R_i. \quad (11,28)$$

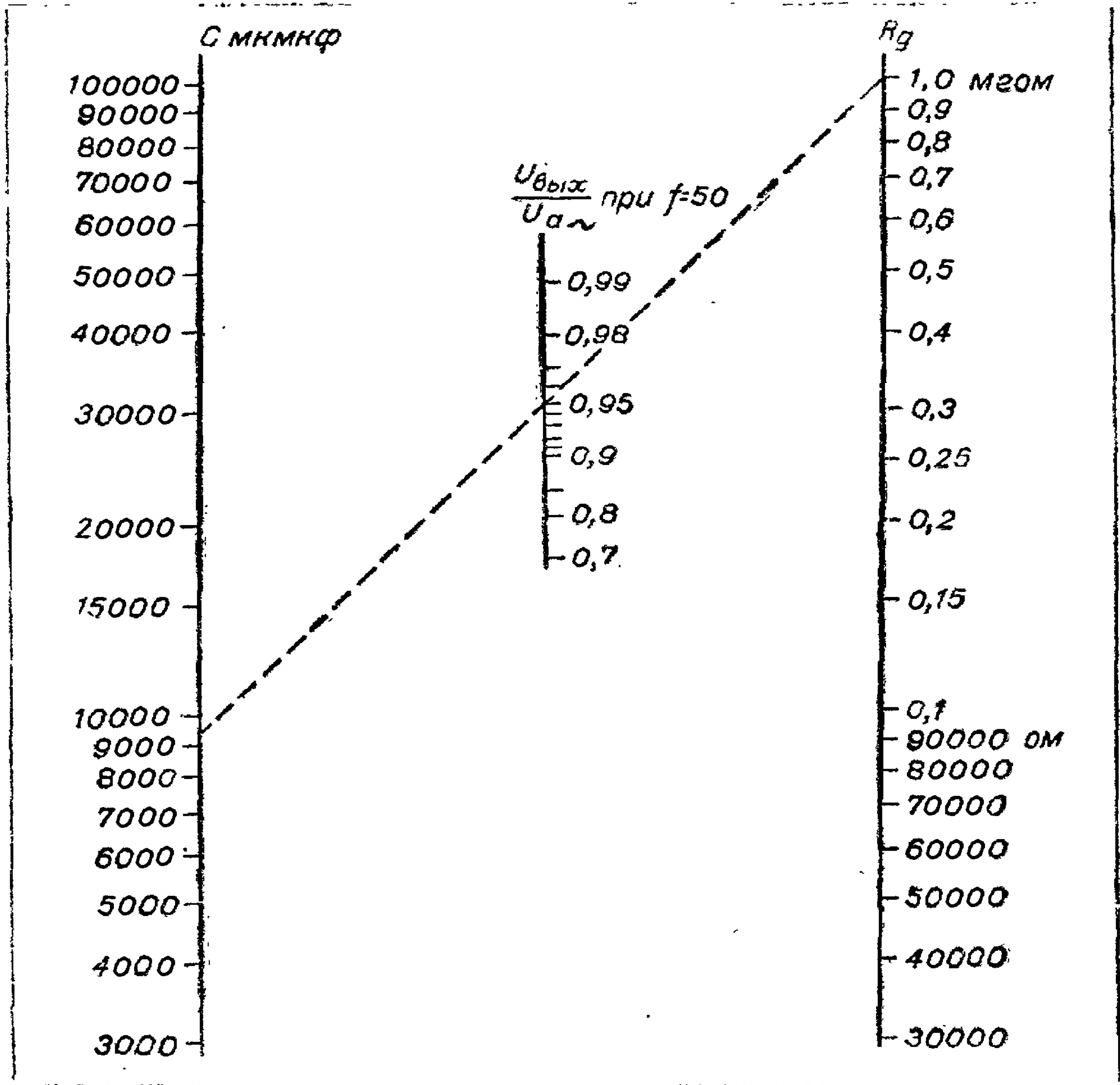


Рис. 123. Номограмма для определения емкости переходного конденсатора.

Пример. Рассчитать каскад усиления низкой частоты на сопротивлениях для трехэлектродной лампы с параметрами: $S=1,2 \text{ ма, в}$; $\mu=30$; $R_i = 25\ 000 \text{ ом}$, если $f = 100 \text{ гц}$; $f_B = 5000 \text{ гц}$. Следующая лампа трехэлектродная.

Завал частотной характеристики на наивысшей и наинизшей частоте не должен превышать 5%. Входное напряжение $U_{вх} = 0,8 \text{ в}$.

Расчет. 1. Задаемся $R_g = 0,1 \text{ мгом} = 100\ 000 \text{ ом}$.

Тогда

$$C_g = \frac{0,5}{R_g f_H} = \frac{0,5}{10^5 \cdot 100} = 0,05 \cdot 10^{-6} = 0,05 \text{ мкф.}$$

2.

$$R_a \leq \frac{R_i}{4R_i \cdot 10^{-9} f_B^{-1} - 1} = \frac{25\ 000}{4 \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot 10^{-9} \cdot 5 \cdot 10^3 - 1} = \frac{25\ 000}{-0,5}$$

Так как знаменатель со знаком минус, т. е. меньше нуля, а значит и меньше чем 0,34, то выбираем

$$R_a = 3R_i = 3 \cdot 25\,000 = 75\,000 \text{ ом.}$$

3. Так как $\alpha = \frac{R_a}{R_i} = \frac{75\,000}{25\,000} = 3$, то коэффициент усиления каскада будет

$$K = \frac{\alpha}{\alpha + 1} = 30 \cdot \frac{3}{3 + 1} = 22,5.$$

4. Для обеспечения работы без искажений на прямолинейном участке характеристики напряжение на аноде лампы должно быть:

$$E_a = (U_{\text{вх}} + 1) \cdot 2\mu = (0,8 + 1) \cdot 2 \cdot 30 = 108 \text{ в,}$$

а отрицательное напряжение на сетке, если наша лампа с подогревным катодом.

$$-E_g = 1,2U_{\text{вх}} = 1,2 \cdot 0,8 = 0,96 \approx -1 \text{ в.}$$

5. Находим I_0 по характеристике при рассчитанных нами данных E_a и E_g . Допустим, что мы по характеристике лампы определили $I_0 = 1,5 \text{ ма} = 0,0015 \text{ а}$. Тогда напряжение анодной батареи будет:

$$E_0 = E_a + I_0 R_a = 108 + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 75 \cdot 10^3 \approx 220 \text{ в.}$$

Номограмма для определения емкости переходного конденсатора

На рис. 123 приведена номограмма для определения емкости переходного конденсатора C . На правой шкале отложены величины сопротивления R_g , на средней шкале — отношение напряжения звуковой частоты на выходе каскада к напряжению звуковой частоты на анодной нагрузке, т. е. $\frac{U_{\text{вых}}}{U_a} \sim$ при частоте 50 гц. Величину емкости переходного конденсатора в микромикрофарадах определяют по левой шкале.

Пример. Сопротивление R_g равняется 1 мгом, а отношение $\frac{U_{\text{вых}}}{U_a} \sim$ при частоте 50 гц должно быть не менее 0,95.

Решение. Из точки, соответствующей 1 мгом, лежащей на правой шкале, проводим прямую линию, пересекающую среднюю шкалу через деление 0,95 и продолжаем прямую линию до пересечения с левой шкалой, по которой прочитываем значение величины емкости переходного конденсатора C_g ; $C_g = 9500 \text{ мкмкф}$.

Таблицы усилителей на сопротивлениях

В табл. 53 приведены готовые расчетные значения для всех элементов схемы каскада усилителя низкой частоты на сопротивлениях¹. Обо-

¹ Таблица заимствована из книги Г. Г. Гинкина «Справочник по радиотехнике».

Таблица 53

Данные каскада усилителя низкой частоты на сопротивлениях
Для 6Г7

E_a	R_a	R_g	R_c	C_c	C_g	$U_{\text{вых}}$	K_0
90	0,1	0,1	4000	2,07	0,02	5	23
		0,25	4200	1,7	0,01	8	28
		0,5	4300	1,5	0,005	9	29
	0,25	0,25	7200	1,17	1,01	8	31
		0,5	7600	1,2	0,006	11	32
		1	8000	0,9	0,003	13	33
	0,5	0,5	11 500	0,72	0,006	9	31
		1	12 300	0,6	0,003	13	33
		2	13 700	0,45	0,0015	17	37
180	0,1	0,1	1600	3	0,02	19	28
		0,25	1900	2,5	0,01	26	33
		0,5	2100	2,3	0,005	29	35
	0,25	0,25	3400	1,6	0,01	25	36
		0,5	4000	1,3	0,005	31	38
		1	4500	1,05	0,003	37	40
	0,5	0,5	6000	0,86	0,006	30	39
		1	7100	0,76	0,003	36	40
		2	7900	0,63	0,002	41	41
300	0,1	0,1	1200	4,4	0,03	35	34
		0,25	1500	3,6	0,015	52	39
		0,5	1700	3,05	0,007	53	40
	0,25	0,25	2600	2,4	0,0015	43	42
		0,5	3000	1,66	0,007	52	45
		1	3600	1,45	0,004	62	45
	0,5	0,5	4600	1,2	0,007	47	45
		1	5500	0,9	0,004	60	46
		2	6200	0,9	0,002	66	47

Для 6Ж7 в пентодном включении

E_a	R_a	R_g	R_{ϕ}	R_c	C_{ϕ}	C_c	C_g	$U_{\text{вых}}$	K_0
90	0,1	0,1	0,37	1200	0,05	5,2	0,02	17	41
		0,25	0,44	1100	0,05	5,3	0,01	22	55
		0,5	0,44	1300	0,05	4,8	0,006	33	66
	0,25	0,25	1,1	2400	0,03	3,7	0,008	23	70
		0,5	1,18	2600	0,03	3,2	0,005	32	85
		1	1,4	3600	0,025	2,5	0,003	33	92
	0,5	0,5	2,18	4700	0,02	2,3	0,005	28	93
		1	2,6	5500	0,05	12	0,0025	29	120
		2	2,7	5500	0,02	2	0,0015	27	140
180	0,1	0,1	0,44	1000	0,05	6,5	0,02	42	51
		0,25	0,5	750	0,05	6,7	0,01	52	69
		0,5	0,5	800	0,05	6,7	0,006	59	83
	0,25	0,25	1,1	1200	0,04	5,2	0,008	41	93
		0,5	1,18	1600	0,04	4,3	0,005	60	118

Продолжение

E_a	R_a	R_g	R_{ϕ}	R_c	C_{ϕ}	C_c	C_g	$U_{\text{вых}}$	K_0
300	0,5	1	1,4	2000	0,04	3,8	0,0035	60	140
		0,5	2,45	2600	0,03	3,2	0,005	45	135
		1	2,9	3100	0,025	2,5	0,0025	55	165
	0,1	2	2,7	3500	0,02	2,8	0,0015	60	165
		0,1	0,44	500	0,07	8,5	0,02	55	61
		0,25	0,5	450	0,07	8,3	0,01	81	82
		0,5	0,53	600	0,06	8	0,006	96	94
	0,25	0,25	1,18	1100	0,04	5,5	0,008	81	104
		0,5	1,18	1200	0,04	5,4	0,005	104	140
		1	1,45	1300	0,05	5,8	0,005	110	185
	0,5	0,5	2,45	1700	0,04	4,2	0,005	75	161
		1	2,9	2200	0,04	4,1	0,003	97	350
		2	2,95	2300	0,04	4	0,0025	100	240

Для 6С5 или 6Ж7 в триодном включении

E_a	R_a	R_g	R_c	C_c	C_g	$U_{\text{вых}}$	K_0
90	0,05	0,05	2800	2	0,05	14	9
		0,1	3400	1,62	0,025	17	9
		0,25	3800	1,3	0,01	20	10
	0,1	0,1	4800	1,12	0,025	16	10
		0,25	6400	0,84	0,01	22	11
		0,5	7500	0,66	0,005	23	12
0,25	0,25	11 400	0,52	0,01	18	12	
	0,5	14 500	0,4	0,006	23	12	
	1	17 300	0,33	0,004	26	13	
180	0,05	0,05	2200	2,2	0,055	34	10
		0,1	2700	2,1	0,03	45	11
		0,25	3100	1,85	0,015	54	11
	0,1	0,1	3900	1,7	0,035	41	12
		0,25	5300	1,25	0,015	54	12
		0,5	6200	1,2	0,008	55	13
0,25	0,25	9500	0,74	0,015	44	13	
	0,5	12 300	0,55	0,008	52	13	
	1	14 700	0,47	0,004	59	13	
300	0,05	0,5	2100	3,16	0,075	57	11
		0,1	2600	2,3	0,04	70	11
		0,25	3100	2,2	0,015	83	12
	0,1	0,1	3800	1,7	0,035	65	12
		0,25	5300	1,3	0,015	84	13
		0,5	6000	1,17	0,008	88	13
	0,25	0,25	9600	0,9	0,015	73	13
		0,5	12 300	0,59	0,008	85	14
		1	14 000	0,37	0,003	97	14

Для 6Н7

Продолжение

E_a	R_a	R_g	R_c	C_g	$U_{\text{вых}}$	K_0	
90	0,1	0,1	1900	0,025	13	16	
		0,25	2250	0,01	19	19	
		0,5	2500	0,006	20	20	
	0,25	0,25	4050	0,01	16	20	
		0,5	4950	0,006	20	22	
		1	5400	0,003	24	23	
180	0,1	0,5	7000	0,006	18	22	
		1	8500	0,003	23	23	
		2	9650	0,0015	26	23	
	0,25	0,1	1300	0,03	35	19	
		0,25	1700	0,015	46	21	
		0,5	1950	0,007	50	22	
300	0,25	0,25	2950	0,015	40	23	
		0,5	3800	0,007	50	24	
		1	4300	0,0035	57	24	
	0,5	0,5	5250	0,007	44	24	
		1	6600	0,0035	54	25	
		2	7650	0,002	61	25	
	0,1	0,1	1150	0,03	60	20	
		0,25	1500	0,015	83	22	
		0,5	1750	0,007	86	23	
		0,25	0,25	2650	0,015	75	23
			0,5	3400	0,0055	87	24
			1	4000	0,003	100	24
0,5	0,5	4850	0,0055	76	23		
	1	6100	0,003	94	24		
	2	7150	0,0015	104	24		

Для 6Р7 (триодной части)

E_a	R_a	R_g	R_c	C_c	C_g	$U_{\text{вых}}$	K_0
90	0,05	0,05	2300	2	0,05	14	8
		0,1	2600	1,7	0,03	18	9
		0,25	2900	1,27	0,01	20	10
	0,1	0,1	3500	1,2	0,03	15	10
		0,25	4400	0,9	0,01	19	10
		0,5	5000	0,77	0,006	21	11
180	0,25	0,25	7600	0,54	0,015	15	10
		0,5	9800	0,42	0,007	18	11
		1	11300	0,38	0,003	21	11
	0,05	0,05	1700	2,3	0,05	31	9
		0,1	2100	1,9	0,03	40	9
		0,25	2500	1,5	0,01	45	10
0,1	0,1	3000	1,3	0,03	35	10	
	0,25	4100	0,9	0,01	43	10	

Продолжение

E_a	R_a	R_g	R_c	C_c	C_g	$U_{\text{ВЫХ}}$	K_0
300	0,25	0,5	4600	0,8	0,006	46	10
		0,25	6700	0,54	0,01	33	10
		0,5	8800	0,4	0,006	40	10
	0,05	1	10 000	0,33	0,003	47	11
		0,05	1600	2,6	0,055	50	9
		0,1	2000	2	0,03	62	9
	0,1	0,25	2400	1,6	0,015	71	10
		0,1	2900	1,4	0,03	52	10
		0,25	3800	1,1	0,015	68	10
	0,25	0,5	4400	1	0,007	71	10
		0,25	6300	0,7	0,015	54	10
		0,5	8400	0,5	0,007	62	11
1	10 600	1	0,44	0,001	74	11	

Для 6Ф7

E_a	R_a	R_g	R_c	C_c	C_g	$U_{\text{ВЫХ}}$	K_0
90	0,1	0,1	4400	2,5	0,02	4	28
		0,25	4800	2,1	0,01	5	34
		0,5	5000	1,8	0,005	6	35
	0,25	0,25	8000	1,33	0,01	6	39
		0,5	8800	1,18	0,005	7	43
		1	9000	0,9	0,003	10	44
180	0,5	0,5	12 200	0,76	0,005	8	43
		1	13 500	0,67	0,003	10	46
		2	14 700	0,58	0,0015	12	48
	0,1	0,1	1800	4,4	0,025	16	37
		0,25	2000	3,3	0,015	23	44
		0,5	2200	2,9	0,006	25	46
300	0,25	0,25	3500	2,3	0,01	21	48
		0,5	4100	1,8	0,006	26	53
		1	4500	1,7	0,004	32	57
	0,5	0,5	6100	1,3	0,006	24	53
		1	6900	0,9	0,003	33	63
		2	7700	0,83	0,0015	37	66
0,1	0,1	0,1	1300	5	0,025	33	42
		0,25	1600	3,7	0,01	43	49
		0,5	1700	3,2	0,006	48	52
	0,25	0,25	2600	2,5	0,01	41	56
		0,5	3200	2,1	0,007	54	63
		1	3500	2	0,004	63	67
0,5	0,5	4500	1,5	0,006	50	65	
	1	5400	1,2	0,004	62	70	
2	6100	0,93	0,002	70	70		

значения в таблице приняты в соответствии со схемами рис. 124, 125 и 126, т. е. R_c — сопротивление смещения (в ом); R_a и R_g — в мгом; C_c и C_g — в мкф; $U_{вх}$ и $U_{вых}$ — в в.

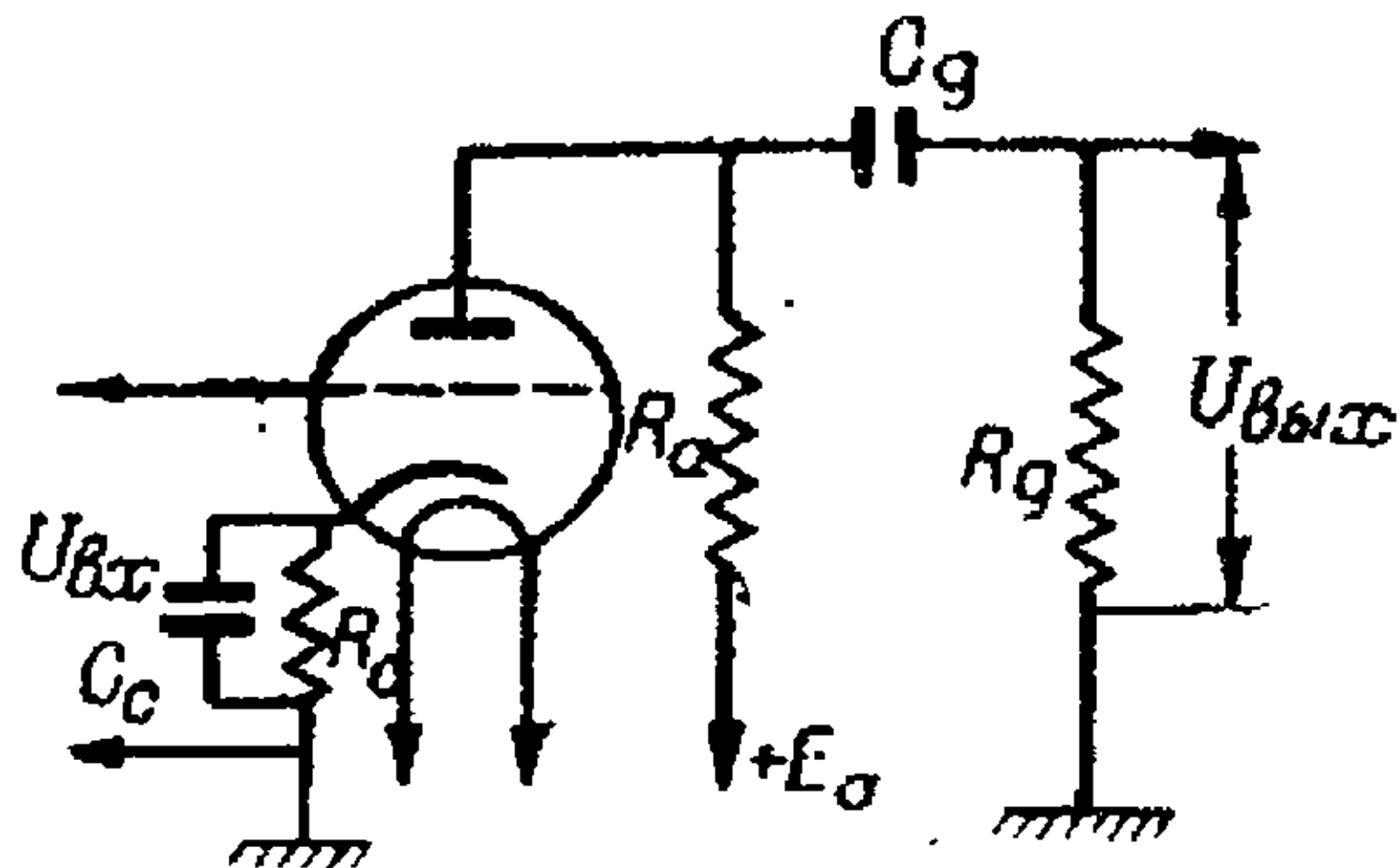


Рис. 124. Схема усилителя низкой частоты на сопротивлениях (с триодом).

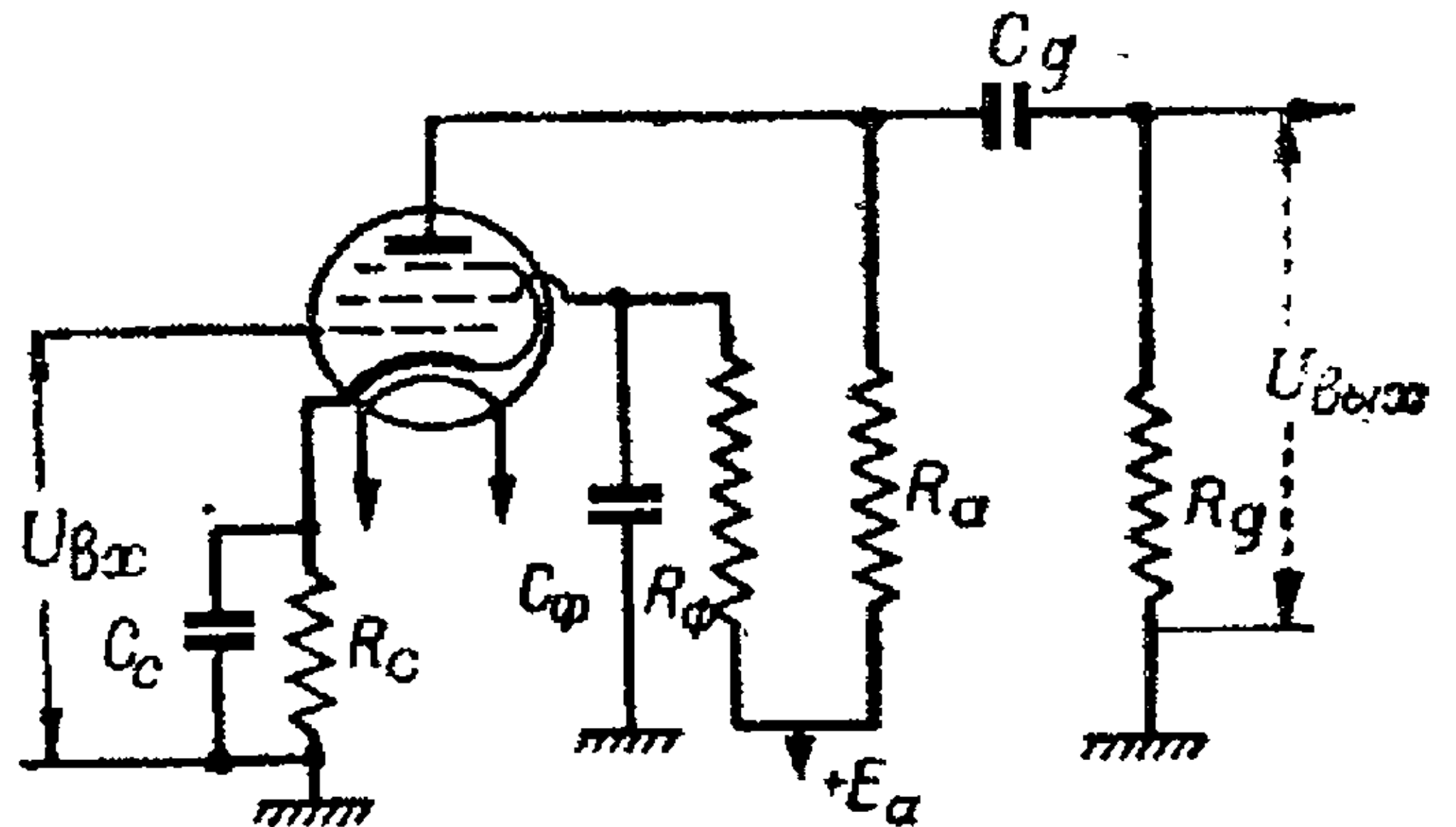


Рис. 125. Схема усилителя низкой частоты на сопротивлениях (с пентодом).

Усиление на средних частотах $K_0 = \frac{U_{вых}}{U_{вх}}$ при отдаче $U_{вых} = 5$ в, $U_{вых}$ — максимальное напряжение отдачи без сеточного тока.

При изменении анодного напряжения все данные таблицы остаются неизменными, за исключением $U_{вых}$.

Изменение анодного тока при изменении E_a на частотной характеристике не отражается. Таблица дает значение R и C , обеспечивающее при частоте 100 гц усиление в 0,8 K_0 . Вышей частотой, дающей усиление приблизительно в 0,8 K_0 , являются:

при $R_a = 0,1$ мгом	$f_B = 20$ кгц;
» $R_a = 0,25$ »	$f_B = 10$.
» $R_a = 0,5$ »	$f_B = 5$.

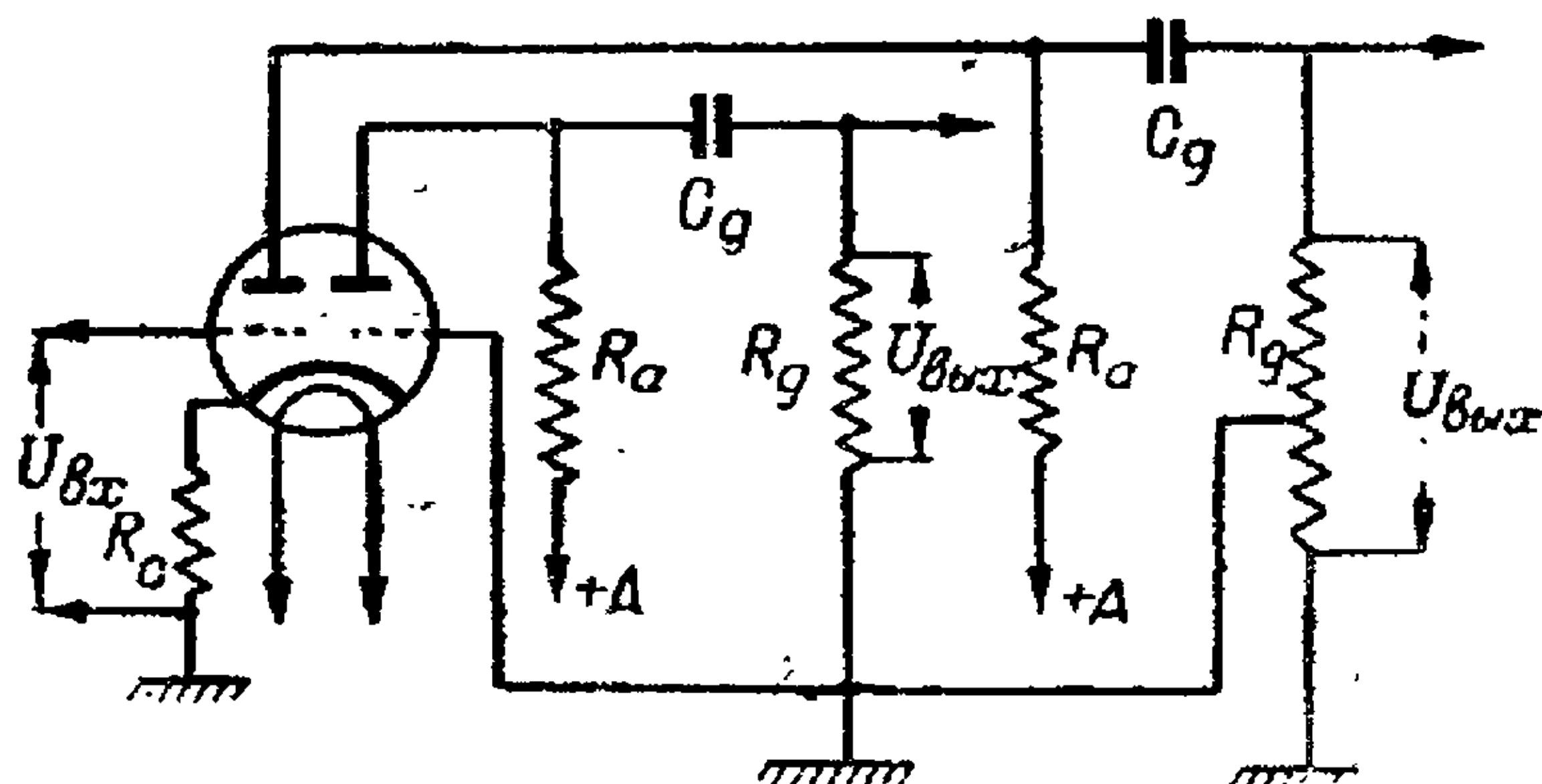


Рис. 126. Схема усилителя низкой частоты с фазовращением (с двойным триодом).

Изменение на $\pm 10\%$ величины любого C и R почти не влияет на работу каскада.

Для лампы 6Н7 (двойной триод) R_a дано для схемы с фазовращением (рис. 126).

Усилители низкой частоты на трансформаторах

Схема каскада усилителя низкой частоты на трансформаторах приведена на рис. 129. Приведенный ниже упрощенный расчет каскада усилителя низкой частоты на трансформаторах составлен в предположении, что частотная характеристика в области высоких частот $f_{\text{в}}$ будет иметь подъем около 10% и в области низких частот $f_{\text{н}}$ — спадение на 10%. Увеличение коэффициента усиления на 10% в области высоких частот как бы компенсирует «завал» частотной характеристики всего приемника в целом, появляющийся за счет избирательности контуров, падающей характеристики детектора и т. п. Ориентировочно принимаем, что участок сетка — нить следующей лампы шунтируется емкостью в 200 мкмкф.

Заданными являются: лампа с параметрами S , μ и R_i и полоса частот, т. е. $f_{\text{в}}$ и $f_{\text{н}}$.

При расчете каскада усилителя низкой частоты на трансформаторах определяются данные трансформатора: самоиндукция первичной обмотки трансформатора L_1 , самоиндукция рассеяния L_s , или коэффициент рассеяния $\sigma = \frac{L_s}{L_1}$, коэффициент трансформации $n = \frac{W_I}{W_{II}}$ (здесь W_I — число витков первичной, а W_{II} — число витков вторичной обмоток трансформатора) и коэффициент усиления каскада K .

Расчет. 1. Самоиндукция первичной обмотки трансформатора

$$L_1 = \frac{0,39R_i}{f_{\text{н}}} \text{ гн.} \quad (11,29)$$

2. Самоиндукция рассеяния

$$L_s = \frac{0,25R_i}{f_{\text{в}}} \text{ гн.} \quad (11,30)$$

3. Коэффициент трансформации

$$n = \frac{W_I}{W_{II}} = 4,7 \cdot 10^{-5} \sqrt{f_{\text{в}} R_i}. \quad (11,31)$$

4. Коэффициент усиления каскада на средних частотах

$$K_0 = \frac{\mu}{n}, \quad (11,32)$$

где: μ — коэффициент усиления лампы; n — коэффициент трансформации.

Если вторичная обмотка шунтируется сопротивлением R (на схеме показано пунктиром), то при расчете задаются самоиндукцией рассеяния $L_s = \sigma L_1$, исходя из величины коэффициента рассеяния $\sigma = 0,01$.

Таким образом $L_s = 0,01 L_1$.

При шунтировании вторичной обмотки трансформатора сопротивлением расчет можно производить по следующим формулам:

1. Коэффициент трансформации

$$n = 8,8 \cdot 10^{-5} f_B \sqrt{L_s}. \quad (11,33)$$

2. Величина шунтирующего сопротивления

$$R_{ш} = \frac{28 \cdot L_s}{n^2 \left(4,1 - \frac{R_i}{f_B L_s} \right)}, \quad (11,34)$$

где: L_s — в гн.

3. Коэффициент усиления каскада на средних частотах

$$K_0 = \frac{\mu}{n} \cdot \frac{\alpha}{\alpha + 1}, \quad (11,35)$$

где:

$$\alpha = \frac{R'}{R_i}; \quad R' = R n^2,$$

Пример. Рассчитать каскад усилителя низкой частоты на трансформаторах. Заданы $f_B = 5000$; $f_H = 100$. Лампа имеет параметры $\mu = 12$; $R_i = 12\,000$ ом; $S = 1$ ма'в.

Расчет. 1. Самоиндукция первичной обмотки будет:

$$L_1 = \frac{0,39 R_i}{f_H} = \frac{0,39 \cdot 12\,000}{100} = 46,8 \text{ гн.}$$

2. Самоиндукция рассеяния

$$L_s = \frac{0,25 R_i}{f_B} = \frac{0,25 \cdot 12\,000}{5000} = 0,6 \text{ гн.}$$

откуда

$$\sigma = \frac{L_s}{L_1} = \frac{0,6}{46,8} = 0,0127.$$

3. Коэффициент трансформации

$$n = 4,7 \cdot 10^{-5} \sqrt{f_B R_i} = 4,7 \cdot 10^{-5} \sqrt{5000 \cdot 12\,000} = 0,366.$$

Таким образом $\frac{W_I}{W_{II}} = 0,366$, т. е. трансформатор будет с отношением приблизи-

тельно 1 : 2,7.

4. Коэффициент усиления каскада

$$K = \frac{\mu}{n} = \frac{12}{0,366} = 32,7.$$

Напряжение смещения следует выбирать, как и в усилителе, на сопротивлениях таким образом, чтобы колебания на сетке происходили на прямолинейном участке характеристики и не заходили в область сеточных токов. Постоянную слагающую анодного тока, величина которой потребуется при конструктивном расчете трансформатора, определяем графически, как указывалось выше.

ОКОНЕЧНЫЙ КАСКАД

Полезная нагрузка включается в анодную цепь окончного (выходного) каскада непосредственно или через выходной трансформатор, или по схеме дроссельного выхода.

Для схемы непосредственного включения нагрузки в анодную цепь окончного каскада усилителя низкой частоты (рис. 127) расчет производим в следующей последовательности:

1. Задаемся лампой с параметрами ρ , S , R_i и P_a (максимальная мощность рассеяния на аноде лампы) и ее характеристикой, входным сопротивлением громкоговорителя и анодным напряжением.

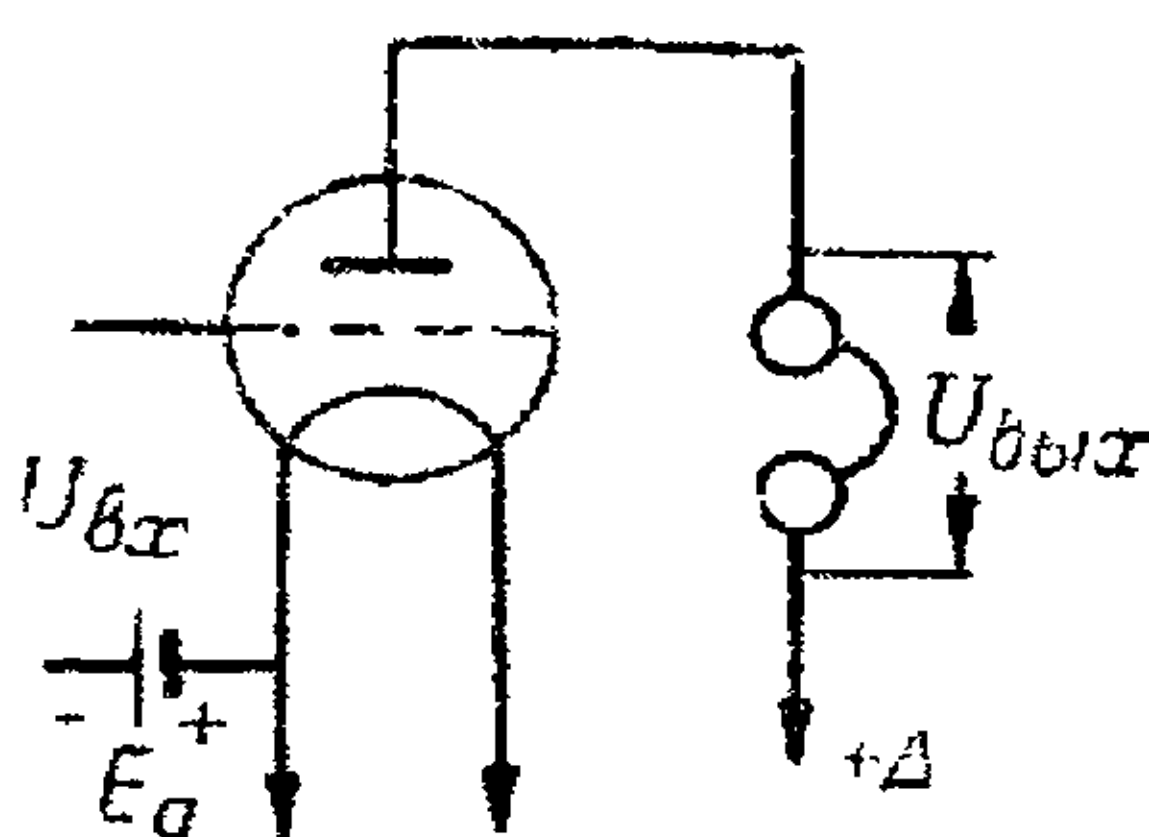


Рис. 127. Схема непосредственного включения нагрузки в анодную цепь окончного каскада.

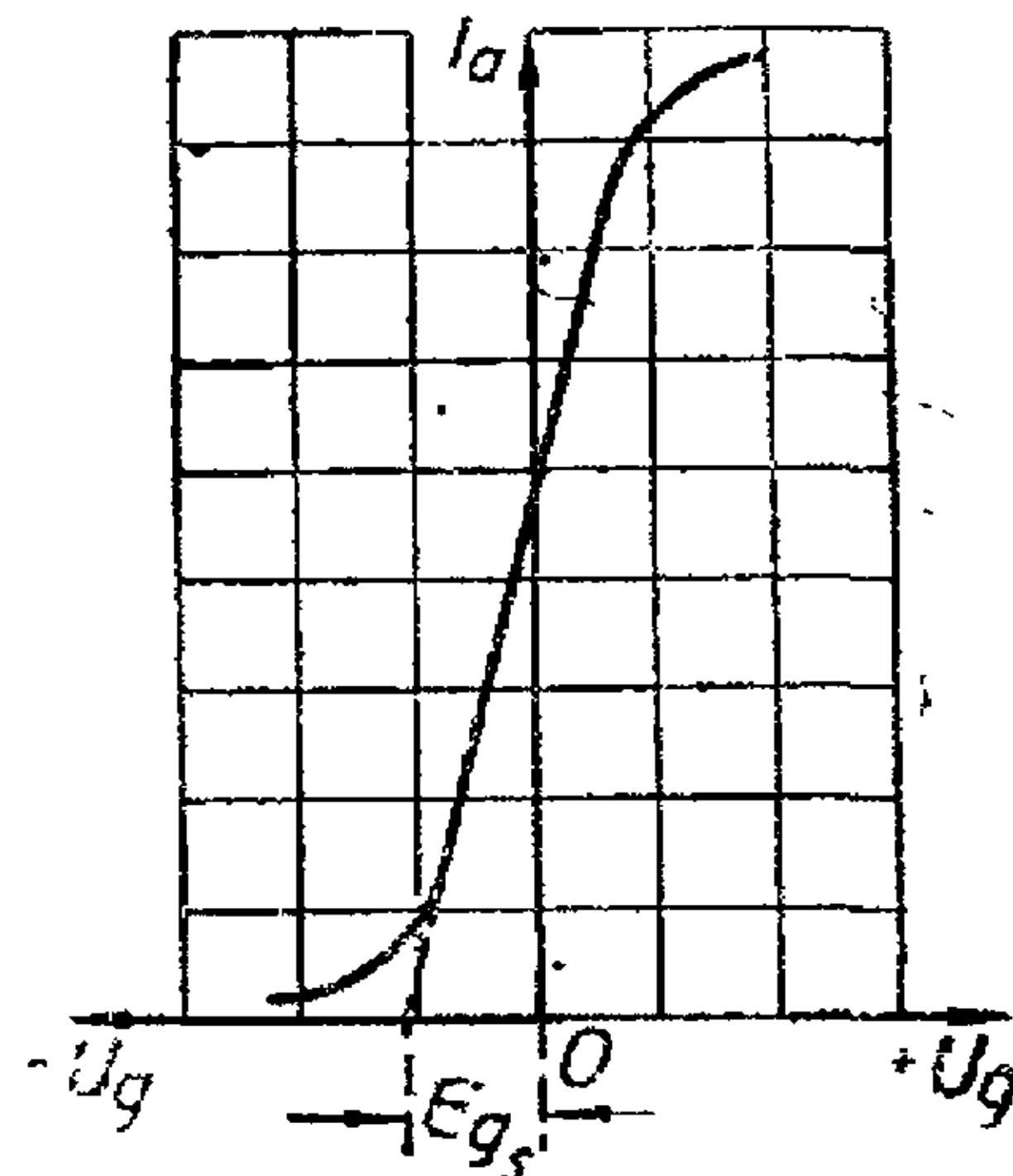


Рис. 128. Определение величины E_{g_s} .

2. Определяем величину отношения входного сопротивления громкоговорителя к внутреннему сопротивлению лампы

$$\alpha = \frac{R_p}{R_i}$$

где: R_p — сопротивление громкоговорителя.

3. По характеристике лампы (рис. 128), спрямляя «хвост» характеристики, т. е. выравнивая нижний загиб, находим величину E_{g_s} .

4. Максимальная допустимая амплитуда входного напряжения:

$$U_{вх\max} = E_{g_s} \frac{\alpha + 1}{\alpha + 2} \text{ в.} \tag{11,36}$$

5. Отрицательное смещение на сетку определяем по формуле:

$$- E_g = (1,05 \div 1,1) U_{вх\max}$$

По характеристике лампы находим величину постоянной слагающей анодного тока.

6. Максимальная мощность, которую можно снять с лампы, будет:

$$P_{\max} = \frac{E_{gs}^2}{2} \mu S \frac{\alpha}{(\alpha + 2)^2} \text{ вт,} \quad (11,37)$$

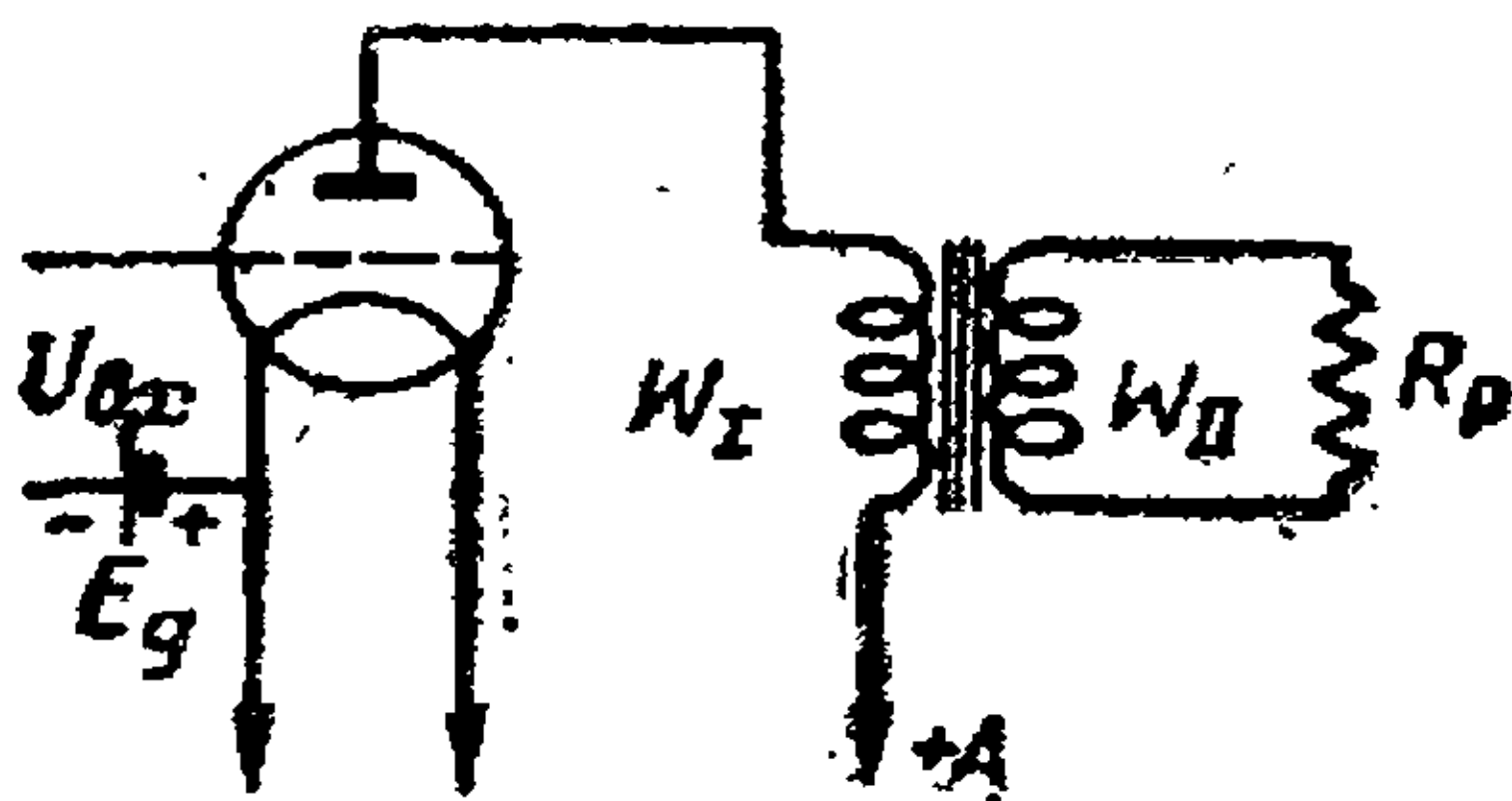
где: S — крутизна характеристики (в a/v).

7. Проверяем условие безаварийности работы (отсутствие перегрева анода):

$$I_0 E_a < P_{a_{\max}}$$

Оконечный каскад с трансформаторным выходом

Расчет окончного каскада с трансформаторным выходом (рис. 129) производим в следующей последовательности:



1. Задаемся величиной $\alpha = 2 \div 3$.
2. Коэффициент трансформации выходного трансформатора определяем по формуле:

$$n = \sqrt{\frac{\alpha R_i}{R_p}}, \quad (11,38)$$

Рис. 129. Схема окончного каскада с трансформаторным выходом.

где: R_p — сопротивление нагрузки при самых низких частотах.

3. Самоиндукция первичной обмотки выходного трансформатора будет

$$L_i = \frac{0,346 R_i}{f_H} \cdot \frac{\alpha}{\alpha + 1} \text{ эн.} \quad (11,39)$$

Самоиндукция рассеяния

$$L_s = 0,0287 \frac{R_i}{f_B} (\alpha + 1) \text{ эн.} \quad (11,40)$$

Формулы (11,39) и (11,40) получены при предположении, что падение коэффициента усиления на крайних частотах будет около 10%.

4. По характеристике лампы, спрямляя хвост ее, находим — E_{gs}

5. Определяем максимальную амплитуду входного напряжения

$$U_{\text{вх}_{\max}} = E_{gs} \frac{\alpha + 1}{\alpha + 2} \text{ в.}$$

6. Отрицательное смещение на сетку

$$-E_g \approx 1,05 U_{\text{вх}_{\max}}$$

7. При $U_{\text{вх max}}$ на выходе получим максимальную мощность

$$P_{\text{max}} = \frac{E^2}{2} \mu S \frac{\alpha}{(\alpha + 2)^2} \text{ вт.}$$

8. Условие безаварийности работы проверяется также по формуле:

$$I_0 E_a < P_{a \text{ max}}$$

Пример. Рассчитать оконечный каскад с трансформаторным выходом на лампе типа УО-186. Выходной трансформатор работает на динамик с R_p на самых низких частотах, $R_p = 40$ ом. Анодное напряжение $E_a = 200$ в. Параметры лампы $\mu = 4,5$; $S = 3$ ма²/в; $R_i = 1550$; $P_{a \text{ max}} = 12$ вт; $f_H = 100$; $f_B = 5000$.

Расчет. 1. Задаемся $\alpha = 3$.

2. Коэффициент трансформации

$$n = \frac{W_1}{W_{II}} = \sqrt{\frac{\alpha R_i}{R_p}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1500}{40}} = 10,6.$$

3. Самоиндукция первичной обмотки будет:

$$L_1 = \frac{0,346 R_i}{f_H} \cdot \frac{\alpha}{\alpha + 1} = \frac{0,346 \cdot 1500}{100} \cdot \frac{3}{3 + 1} \approx 3,9 \text{ гн.}$$

4. Самоиндукция рассеяния

$$L_s = 0,0287 \frac{R_i}{f_B} (\alpha + 1) = 0,0287 \frac{1500}{5000} (3 + 1) = 0,0345 \text{ гн.}$$

откуда

$$\sigma = \frac{L_s}{L_1} = \frac{0,0345}{3,9} = 0,088.$$

5. По характеристике лампы для $E_a = 200$ в, спрямляя хвост ее, получим $E_{g_s} = 35$ в.

6. Максимальная амплитуда входного напряжения

$$U_{\text{вх max}} = E_{g_s} \frac{\alpha + 1}{\alpha + 2} = 35 \cdot \frac{3 + 1}{3 + 2} = 28 \text{ в.}$$

7. Отрицательное смещение на сетке лампы

$$-E_{g_s} = 1,05 U_{\text{вх max}} = 1,05 \cdot 28 = 29,4 \text{ в.}$$

При этом I_0 по характеристике будет равно 40 ма.

8. Максимальная мощность будет:

$$P_{\text{max}} = \frac{E_{g_s}^2}{2} \mu S \frac{\alpha}{(\alpha + 2)^2} = \frac{35^2}{2} \cdot 4,5 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{3}{(3 + 2)^2} \approx 1 \text{ вт.}$$

9. Проверяем выполнение условия безаварийности работы

$$I_a E_a = 40 \cdot 10^{-3} \cdot 200 = 8 \text{ вт.}$$

Так как $8 < 12 \text{ вт.}$, то условие безаварийности работы лампы выполнено и перегрева анода не будет.

Мощный каскад усилителя низкой частоты по двухтактной схеме

В двухтактной схеме лампы работают со сдвигом фаз на 180° .

Если на вход каскада подано напряжение звуковой частоты, то потенциалы на управляющих сетках ламп противоположны по знаку. В обычной двухтактной схеме (рис. 130) применяются специальные трансформаторы с отводом от середины

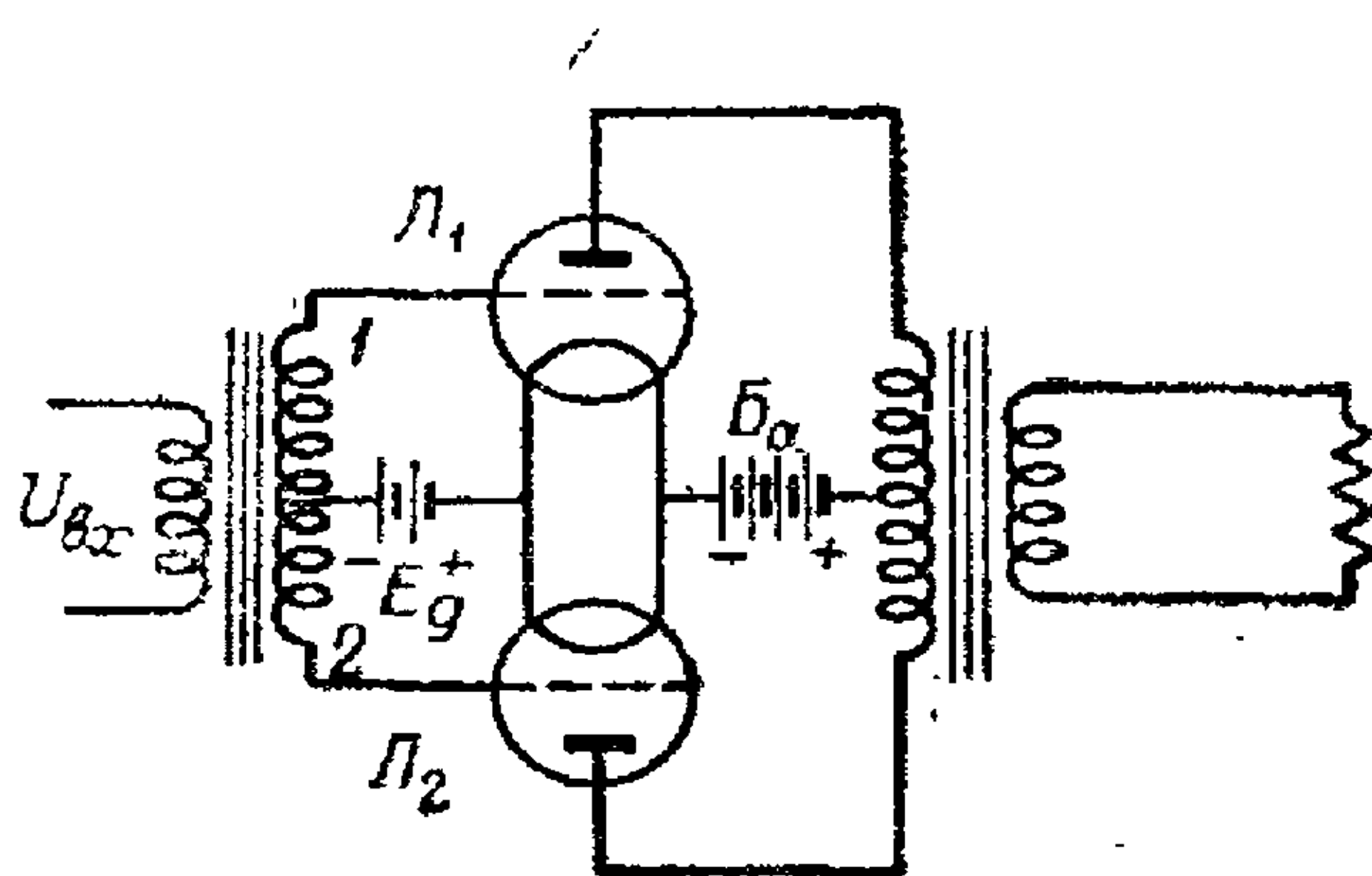


Рис. 130. Схема окончного каскада усилителя низкой частоты (двухтактная схема).

форматоры с отводом от середины одной из обмоток. Постоянные слагающие анодных токов ламп текут по первичной обмотке выходного трансформатора навстречу друг другу, вследствие чего сердечник выходного трансформатора не имеет постоянного намагничивания и может быть взят меньшего сечения, чем при однотактной схеме с той же мощностью на выходе.

Благодаря отсутствию постоянного намагничивания железного сердечника, уменьшаются искажения усилителя.

Переменные слагающие анодных токов ламп в обеих половинах первичной обмотки выходного трансформатора направлены также навстречу друг другу, но так как они имеют сдвиг фаз на 180° , то намагничивающее действие их складывается. В результате переменный магнитный поток имеет удвоенную величину по сравнению с переменным магнитным потоком при одной лампе.

В общей анодной цепи обеих ламп, т. е. от средней точки выходного трансформатора до катода, постоянные слагающие анодного тока ламп складываются, а переменные слагающие взаимно уничтожаются, так как они противоположны по фазам. Благодаря тому, что переменные слагающие в общих проводах анодной цепи взаимно уничтожаются, устраняется возможность паразитной обратной связи через цепи питания между двухтактным и предыдущими каскадами. Если смещение на лампы подается автоматически от сопротивления, включенного в анодную цепь, то при двухтактной схеме развязывающий фильтр не нужен.

Режим работы лампы на прямолинейном участке характеристики называется режимом или усилением класса А. Если же рабочая точка устанавливается в области нижнего изгиба характеристики лампы (у нулевого значения тока покоя), то такой режим называется усилением класса Б (рис. 131). Режим класса Б в усилителях низкой частоты возможен только в каскадах, собранных по двухтактной схеме.

Усиление в режиме класса Б

При усилении в режиме класса Б анодный ток ламп будет пульсирующим и импульсы анодного тока будут получаться только при положительных полупериодах переменного напряжения на сетке.

В первичных обмотках выходного трансформатора пульсирующие токи ламп текут в разные стороны и создают в сердечнике переменный магнитный поток, показанный графически на рис. 131 справа.

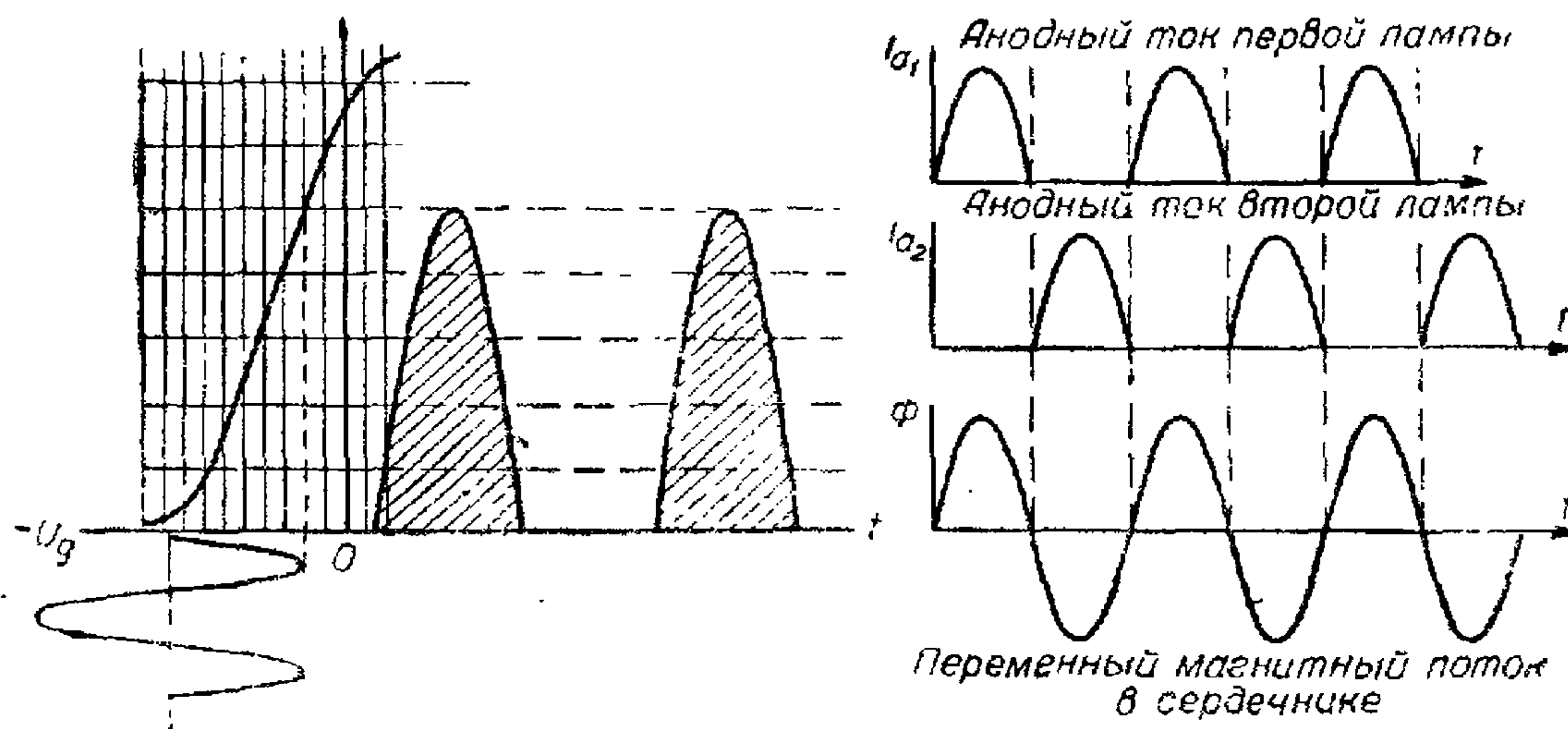


Рис. 131. Усиление в режиме класса Б.

При усилении в режиме класса Б каскад может отдать значительно большую мощность, чем при усилении в режиме класса А. Так как рабочая точка выбирается у нулевого значения анодного тока, то мощность, расходуемая на анодное питание ламп, значительно меньше, чем в режиме класса А. При режиме класса Б на сетку подается большое отрицательное смещение, определяемое по характеристике лампы. При лампах с правыми характеристиками режим класса Б может быть получен и без отрицательного смещения на сетке лампы.

Расчет выходного каскада, работающего по двухтактной схеме в режиме класса А

1. Задаемся вспомогательной величиной α (для каскада на трех электродных лампах $\alpha = 2 \div 3$):

$$\alpha = \frac{R_{\text{нагр}}}{2R_i},$$

где $R_{\text{нагр}} = R_p n^2$.

2. Коэффициент трансформации определяем по формуле

$$n = \sqrt{\frac{2\alpha R_i}{R_p}}, \quad (11.41)$$

где: R_p — сопротивление громкоговорителя (при трехэлектродных лампах рекомендуется подставить соответствующее значение при самой низкой звуковой частоте f_H).

3. Задаваясь падением коэффициента усиления на самой низкой и самой высокой частоте около 10%, получим:

а) коэффициент самоиндукции всей первичной обмотки выходного трансформатора:

$$L_1 = \frac{0,7 \cdot R_i}{f_H} \cdot \frac{\alpha}{\alpha + 1} \text{ гн}; \quad (11.42)$$

б) коэффициент самоиндукции рассеяния:

$$L_s = \frac{0,057 R_i}{f_B} (\alpha + 1). \quad (11.43)$$

4. По характеристике лампы определяем E_{g_s} (спрямляя «хвост» характеристики, как указывалось выше).

5. Определяем максимальную амплитуду входного напряжения

$$U_{вх\max} = E_{g_s} \frac{\alpha + 1}{\alpha + 2}.$$

6. Смещение на сетку находим по формуле

$$-E_g = 1,05 U_{вх\max}.$$

При этом значении $-E_g$ и заданном напряжении на аноде лампы по характеристике определяем постоянную слагающую анодного тока I_0 .

7. Максимальная выходная мощность при $U_{вх\max}$ будет:

$$P_{\max} = E_{g_s}^2 \mu S \frac{\alpha}{(\alpha + 2)^2} \text{ вт}. \quad (11.44)$$

8. Проверяем условие безаварийности для каждой лампы:

$$I_0 E_a < P_{a\max}$$

Расчет выходного каскада, работающего в режиме класса Б, на правых лампах

1. Задаемся величиной $\alpha = 2 \div 3$. Величина α может быть определена по формуле:

$$\alpha = \frac{R_{\text{нагр}}}{2R_g}, \quad (11.45)$$

где: $R_{\text{нагр}} = R_p n^2$.

2. Находим вспомогательную величину:

$$R_3 = \frac{3}{S}, \quad (11,46)$$

где: S — в a/v .

3. Коэффициент трансформации выходного трансформатора

$$n = \frac{W_I}{W_{II}} = \sqrt{\frac{2\alpha R_3}{R_p}}.$$

Здесь R_p должно быть выбрано максимальное, т. е. $R_{p \max}$; W_I — число витков всей первичной обмотки выходного трансформатора (первичная обмотка делается с отводом от середины); W_{II} — число витков всей вторичной обмотки трансформатора.

4. Самоиндукция первичной обмотки будет:

$$L_1 = \frac{0,7R_3}{f_H} \cdot \frac{\alpha}{\alpha + 1} \text{ гн.} \quad (11,48)$$

5. Самоиндукция рассеяния

$$L_s = 0,057 \frac{R_i}{f_v} (\alpha + 1) \text{ гн.} \quad (11,49)$$

6. Максимальная амплитуда входного напряжения

$$U_{вх \max} = \frac{E_a (1 - \xi)}{3} \text{ в,} \quad (11,50)$$

$$\text{где: } \xi = \frac{0,5R_{\text{нагр}}}{0,5R_{\text{нагр}} + R_3}$$

7. Максимальная мощность каскада, работающего в классе Б на правых лампах, может быть определена по формуле:

$$P_{\max} = \frac{E_a^2}{2R_3} \cdot \frac{\alpha}{(\alpha + 2)^2} \text{ вт.} \quad (11,51)$$

Оконечный каскад с трансформаторным выходом, работающий на пентоде

В окончном каскаде, работающем на пентоде (рис. 132), нелинейные искажения в большой степени зависят от величины нагрузочного сопротивления. Поэтому необходим правильный выбор величины нагрузочного сопротивления. По методу упрощенного расчета окончного каскада на пентоде, приведенному ниже, одновременно с определением нагрузочного сопротивления определяют также и режим работы лампы.

Для определения величины нагрузки R_a и рабочего режима лампы задаемся напряжением на аноде E_a и напряжением на экранной сетке $E_{\text{экр}}$. Режим определяем по анодным характеристикам пентода.

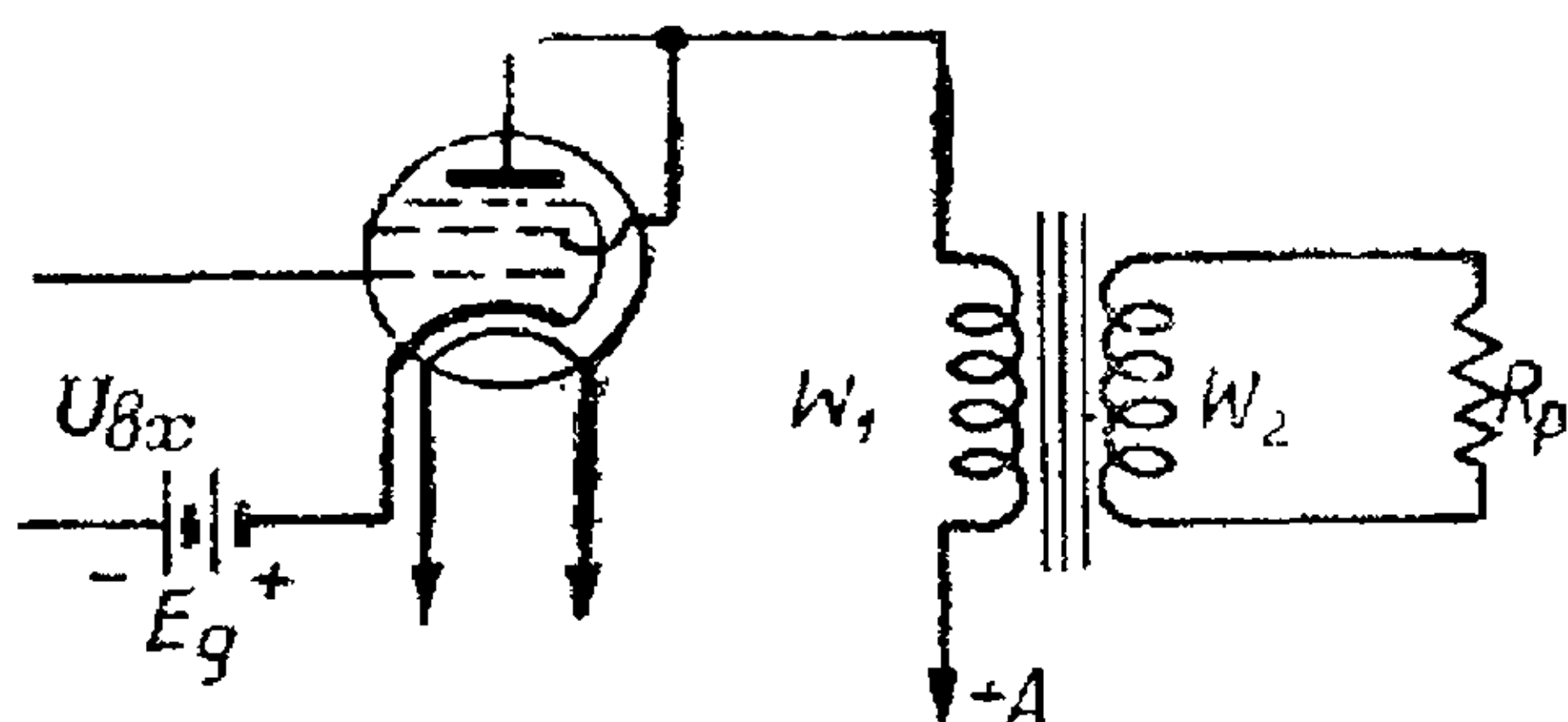


Рис. 132. Схема выходного каскада с трансформаторным выходом на пентоде.

Например анодные характеристики пентода 6Ф6 имеют вид, изображенный на рис. 133. От точки на оси абсцисс, соответствующей выбранному анодному напряжению, проводим перпендикуляр вверх. Выбираем смещение на сетке с таким расчетом, чтобы лампа работала без сеточных токов и мощность рассеяния на аноде при выбранной рабочей точке была бы меньше максимальной. Вращая вокруг точки пересечения проведенного перпендикуляра и анодной характеристики при выбранном значении $-E_g$ линейку, выбираем наклон динамической характеристики (ac). Наклон должен быть таким, чтобы $ab = bc$. При этом ab должно быть по числу вольт также равно bc .

Расстояние ab , равное bc , дает при данных E_a , $E_{\text{экр}}$ и $-E_g$ величину амплитуды входного напряжения на сетке.

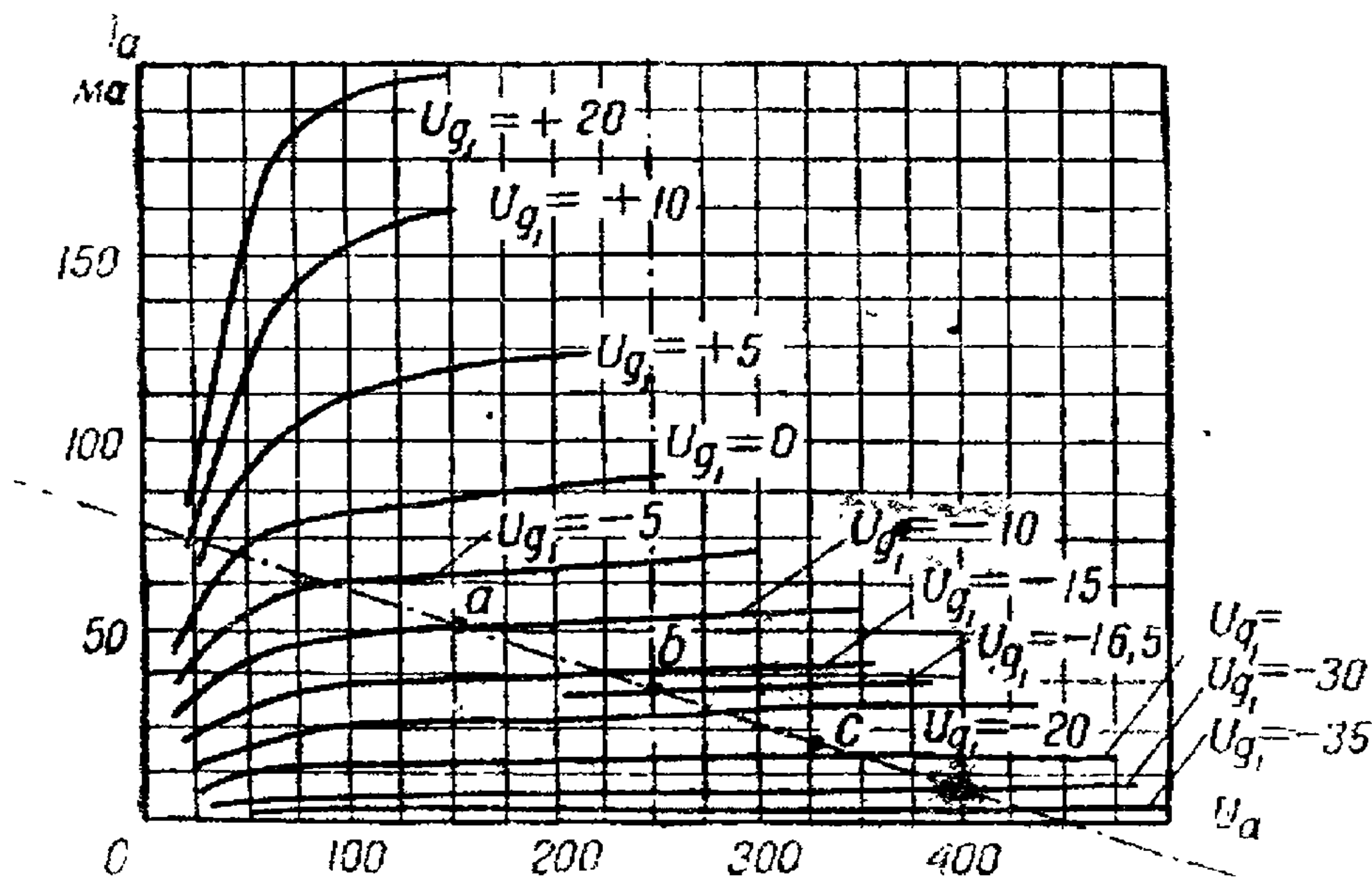


Рис. 133. Анодные характеристики пентода 6Ф6 и выбор режима работы каскада по ним.

По наклону выбранной динамической характеристики определяем величину нагрузочного сопротивления R_a :

$$R_a = \frac{10^5}{I_a} \text{ ом}, \quad (11,52)$$

где: I_a — изменение анодного тока (в ma) при изменении анодного напряжения на 100 в.

При подаче на сетку $U_{вх} = ab = bc$ вольт анодный ток будет изменяться на величину $I_{a \sim} \text{ ма}$, определяемую по той же динамической характеристике. Тогда мощность, развиваемая на нагрузке R_a , будет равна:

$$P = \frac{I_{a \sim}^2 R_a}{2} \cdot 10^{-6} \text{ вт}, \quad (11.53)$$

где: $I_{a \sim}$ — в ма.

Пример. Рассчитать окончательный каскад с лампой, включенной по пентодной схеме и с выходным трансформатором. Каскад должен работать на динамический громкоговоритель, имеющий при частоте $f_{max} R_p = 70 \text{ ом}$. Анодное напряжение равно 250 в, напряжение на экранной сетке $E_{экр} = 250 \text{ в}$; $R_f = 80\,000 \text{ ом}$; $P_a = 10 \text{ вт}$. Полоса частот равномерного усиления $f_H = 100 \text{ гц}$, $f_B = 5000 \text{ гц}$.

Расчет. 1. Устанавливаем рабочую точку на пересечении перпендикуляра (рис. 133), восстановленного из точки, соответствующей $E_a = 250 \text{ в}$, и характеристики анодного тока при смещении сетки — $E_g = -16,5 \text{ в}$.

2. По динамической характеристике определяем, что при изменении анодного напряжения на 100 в анодный ток изменяется на 14,3 ма.

3. Тогда

$$R_a = \frac{10^3}{14,3} = 7000 \text{ ом}.$$

4. При амплитуде входного напряжения $U_{вх} = 15 \text{ в}$ ток в цепи анода будет изменяться на $I_{a \sim} = 34 \text{ ма}$. Тогда мощность, развиваемая лампой на нагрузке R_a , будет

$$P = \frac{I_{a \sim}^2 R_a}{2} = \frac{34^2 \cdot 7000}{2} \cdot 10^{-6} \approx 4 \text{ вт}.$$

5. Коэффициент трансформации выходного трансформатора равен:

$$n = \sqrt{\frac{R_a}{R_p}} = \sqrt{\frac{7000}{70}} = 10, \text{ т. е. } 10:1.$$

6. Находим величину α :

$$\alpha = \frac{R_a}{R_f} = \frac{7000}{80\,000} = 0,087;$$

тогда самоиндукция первичной обмотки должна быть:

$$L_1 = \frac{0,346 R_f}{f_H} \cdot \frac{\alpha}{\alpha + 1} = \frac{0,346 \cdot 80\,000}{100} \cdot \frac{0,087}{0,087 + 1} = 22,1 \text{ мк}.$$

7. Самоиндукция рассеяния:

$$L_s = 0,0287 \frac{R_f}{f_B} \cdot (\alpha + 1) = 0,0287 \cdot \frac{80\,000}{5000} \cdot 1,087 \approx 0,49 \text{ гн}.$$

Коэффициент рассеяния:

$$\sigma = \frac{L_s}{L_1} = \frac{0,49}{22,1} = 0,022.$$

Некоторая часть мощности теряется в самих трансформаторах. Для маломощных трансформаторов потери составляют 10 — 20% развиваемой лампой мощности.

УПРОЩЕННЫЙ РАСЧЕТ ВЫХОДНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Расчет производят в следующем порядке.

1. Определяют коэффициент трансформации выходного трансформатора:

$$n = \sqrt{\frac{R'_a}{1,25 R_p}}$$

где: n — коэффициент трансформации; R'_a — приведенное сопротивление нагрузки (в ом); величину R'_a можно взять из табл. 54; R_p — омическое сопротивление звуковой катушки динамика.

Таблица 54

Приведенное сопротивление нагрузки

Лампа	Режим	R'_a (в ом)
6А6,6Н7	Класс Б	8000
6Ф6	Класс А	7000
6Ф6	Класс А (триод)	4000
6Ф6	Класс А (двухтактный)	10 000
6Л6,6ПЗС	Класс А	2500
6Л6,6ПЗС	Класс А (триод)	6000
6Л6,6ПЗС	Класс А (двухтактный)	5000
6V6G	Класс А	5000
15А6С	Класс А	5000
25П1С	Класс А	2000
30П1М	Класс А	2000
4Ф6С	Класс А	20 000
УО 186	Класс А	3000
УО 186	Класс Б (двухтактный)	5000
СО 243	Класс Б	3000
СБ 258	Класс А	20 000
СБ 244	Класс А	30 000

2. Самондукция первичной обмотки:

$$L_1 = \frac{R_i R'_a}{6,28 \cdot f_H (R_i + R'_a)}$$

где: L_1 — в гн; f_H — нижняя частота полосы пропускания трансформатора (обычно $f_H = 50 \div 100$ гц).

3. Определяют число витков первичной обмотки трансформатора для получения необходимой величины самоиндукции:

а) для трансформатора без подмагничивания

$$W_I = 800\sqrt{L_1};$$

б) для трансформатора с подмагничиванием

$$W_I = 1200\sqrt{L_1}.$$

4. Число витков вторичной обмотки:

$$W_{II} = \frac{W_I}{n}.$$

5. Диаметр провода первичной обмотки:

$$d_I = 0,8\sqrt{I_a} \text{ мм},$$

где: I_a — постоянная составляющая анодного тока, протекающего через первичную обмотку трансформатора (в а).

6. Диаметр провода вторичной обмотки:

$$d_{II} = d_I n.$$

7. В трансформаторах с подмагничиванием сечение железного сердечника $Q_{ж}$ при применении пластин трансформаторного железа, у которых средняя длина магнитной силовой линии равна $l_{ж}$, определяют по формуле:

$$Q_{ж} = \frac{(1 \div 3) \cdot 10^4 \cdot I_a^2 L_1}{l_{ж}} \text{ см}^2,$$

где: I_a — в а, $l_{ж}$ — в см.

При расчете количества железных пластин, необходимого для набора пакета железного сердечника, следует иметь в виду, что толщина одной пластины стандартного трансформаторного железа равна 0,35 мм. В том случае, когда

$$L_1 I_a^2 > 3 \div 5,$$

рекомендуется в железном сердечнике делать воздушный зазор.

ДАнные МЕЖДУЛАМПОВЫХ И ВЫХОДНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

В табл. 55 и 56 приведены данные для изготовления междуламповых и выходных трансформаторов низкой частоты. Эти данные предполагают использование наиболее ходовых типов железных пластин, изображенных на рис. 134.

Таблица 55

Междуламповые трансформаторы

Оконечный каскад на лампе	Железо		Первичная обмотка		Вторичная обмотка		Длина воздушного зазора (в мм)
	тип	толщина (в см)	число витков	диаметр провода (в мм)	число витков	диаметр провода (в мм)	

Предварительный каскад на лампе 6С5

6Ф6-пентод	1	4,0	3570	0,15	15 500	0,06	
6Ф6 "	2	3,0	3885	0,15	16 900	0,06	
6Ф6 "	3	2,0	3880	0,15	16 850	0,06	
6Ф6 "	5	4,5	3550	0,15	15 400	0,06	
6Ф6 "	6	2,0	3420	0,15	11 500	0,06	
6Ф6-триод	1	4,0	3570	0,15	13 700	0,06	
6Ф6 "	2	3,0	3885	0,15	15 000	0,03	
6Ф6 "	3	2,0	3880	0,15	15 000	0,06	
6Ф6 "	5	4,5	3550	0,15	13 700	0,06	
6Ф6 "	6	2,0	3420	0,15	15 200	0,06	
6Ф7-пентод двухтактный	1	4,5	3885	0,15	2×6200	0,05	
6Ф6 " "	2	3,5	3970	0,15	2×6400	0,06	
6Ф6 " "	3	3,0	4040	0,15	2×6500	0,06	
6Ф6 " "	5	5,0	3950	0,15	2×6400	0,06	
6Ф6 " "	6	2,5	3450	0,15	2×5600	0,06	
6Ф6-триод "	1	4,5	3885	0,15	2×5650	0,06	
6Ф6 " "	2	3,5	3970	0,15	2×6000	0,06	
6Ф6 " "	3	3,0	4040	0,15	2×6000	0,05	
6Ф6 " "	5	5,0	4950	0,15	2×6000	0,06	
6Ф6 " "	6	2,0	3450	0,15	2×5200	0,09	

Продолжение

Оконечный каскад на лампе	Железо		Первичная обмотка		Вторичная обмотка		Длина воздушного зазора (в мм)
	тип	толщина (в см)	число витков	диаметр провода (в мм)	число витков	диаметр провода (в мм)	

Предварительный каскад на лампе 6Ф6 (триод)

6Ф6-пентод	1	3,0	2225	0,15	12 500	0,07	0,1
6Ф6 "	2	2,5	2545	0,15	14 200	0,07	0,1
6Ф6 "	3	3,5	2510	0,15	14 100	0,07	0,1
6Ф6 "	4	2,5	2260	0,15	11 500	0,07	0,1
6Ф6 "	6	2,0	1890	0,15	10 500	0,07	0,1
6Ф6-триод	1	3,0	2225	0,15	11 150	0,07	0,1
6Ф6 "	2	2,5	2545	0,15	12 720	0,07	0,1
6Ф6 "	3	3,5	2510	0,15	12 600	0,07	0,1
6Ф6 "	4	2,5	2260	0,15	11 300	0,07	0,1
6Ф6 "	6	2,0	1890	0,15	9450	0,07	0,1
6Ф6-пентод двухтактный .	1	3,0	2225	0,15	2×5100	0,07	0,1
6Ф6 " "	2	2,5	2545	0,15	2×5800	0,07	0,1
6Ф6 " "	3	3,5	2540	0,15	2×5700	0,07	0,1
6Ф6 " "	4	2,5	2260	0,15	2×5100	0,07	0,1
6Ф6 " "	6	2,0	1890	0,15	2×4300	0,07	0,1
6Ф6-триод "	1	3,0	2225	0,15	2×4700	0,07	0,1
6Ф6 " "	2	2,5	2545	0,15	2×5300	0,07	0,1
6Ф6 " "	3	3,5	2510	0,15	2×5200	0,07	0,1
6Ф6 " "	4	2,5	2260	0,15	2×4650	0,07	0,1
6Ф6 " "	6	2,0	1890	0,15	2×3850	0,07	0,1

Выходные трансформаторы

Таблица 56

Для лампы	Железо		Первичная обмотка		Вторичная обмотка						Длина воздушного зазора (в мм)		
	Тип	Толщина (в см)	Число витков	Диаметр провода (в мм)	Динамик 2 Ом		Динамик 4 Ом		Динамик 8 Ом			Динамик 10 Ом	
					Число витков	Диаметр провода (в мм)	Число витков	Диаметр провода (в мм)	Число витков	Диаметр провода (в мм)		Число витков	Диаметр провода (в мм)
6Ф6-пентод	1	3,0	4450	0,2	62	1,6	95	1,6	137	1,4	146	1,2	0,1
6Ф6	2	2,5	4200	0,2	61	1,6	89	1,6	127	1,4	138	1,2	0,1
6Ф6	3	2,0	3940	0,2	59	1,6	84	1,6	119	1,4	129	1,2	0,1
6Ф6	4	3,0	4090	0,2	60	1,6	87	1,6	123	1,4	134	1,2	0,1
6Ф6	6	2,5	2850	0,3	40	1,8	61	1,6	88	1,6	93	1,4	0,1
6Ф6-триод	1	3,0	1950	0,3	39	2,1	55	1,8	77	1,6	84	1,4	0,2
6Ф6	2	2,5	1900	0,3	37	2,1	53	1,8	75	1,6	81	1,4	0,2
6Ф6	3	2,0	1520	0,3	30	2,1	45	1,8	60	1,6	66	1,4	0,2
6Ф6	5	3,5	1850	0,3	36	2,1	51	1,8	73*	1,6	79	1,4	0,2
6Ф6	6	2,5	1240	0,3	25	2,1	35	1,8	51	1,6	53	1,4	0,2
6Ф6-пентод двухтактн.	1	2,0	2×3300	0,15	83	1,4	15	1,4	165	1,0	178	0,8	—
6Ф6	2	1,5	2×3350	0,15	84	1,4	119	1,4	168	1,0	182	0,8	—
6Ф6	3	2,5	2×3050	0,15	77	1,4	108	1,4	153	1,0	166	0,8	—
6Ф6	4	3,0	2×2735	0,15	69	1,6	196	1,4	138	1,0	147	0,8	—
6Ф6	6	2,0	2×3120	0,15	71	1,4	99	1,4	156	1,0	168	0,8	—
6Ф6-триод	1	2,5	2×1900	0,2	47	1,8	167	1,8	94	1,6	101	1,4	—
6Ф6	2	2,0	2×1900	0,2	47	1,8	67	1,8	94	1,6	101	1,4	—
6Ф6	3	3,0	2×1900	0,2	47	1,8	60	1,8	85	1,6	101	1,4	—
6Ф6	4	3,0	2×1700	0,2	43	1,8	71	1,8	101	1,6	92	1,4	—
6Ф6	6	2	2×2200	0,2	50	1,8	75	1,6	107	1,4	107	1,4	—

Если железа указанного на рис. 134 размера не окажется, то, чтобы не менять данных числа витков обмоток, необходимо изменить сечение

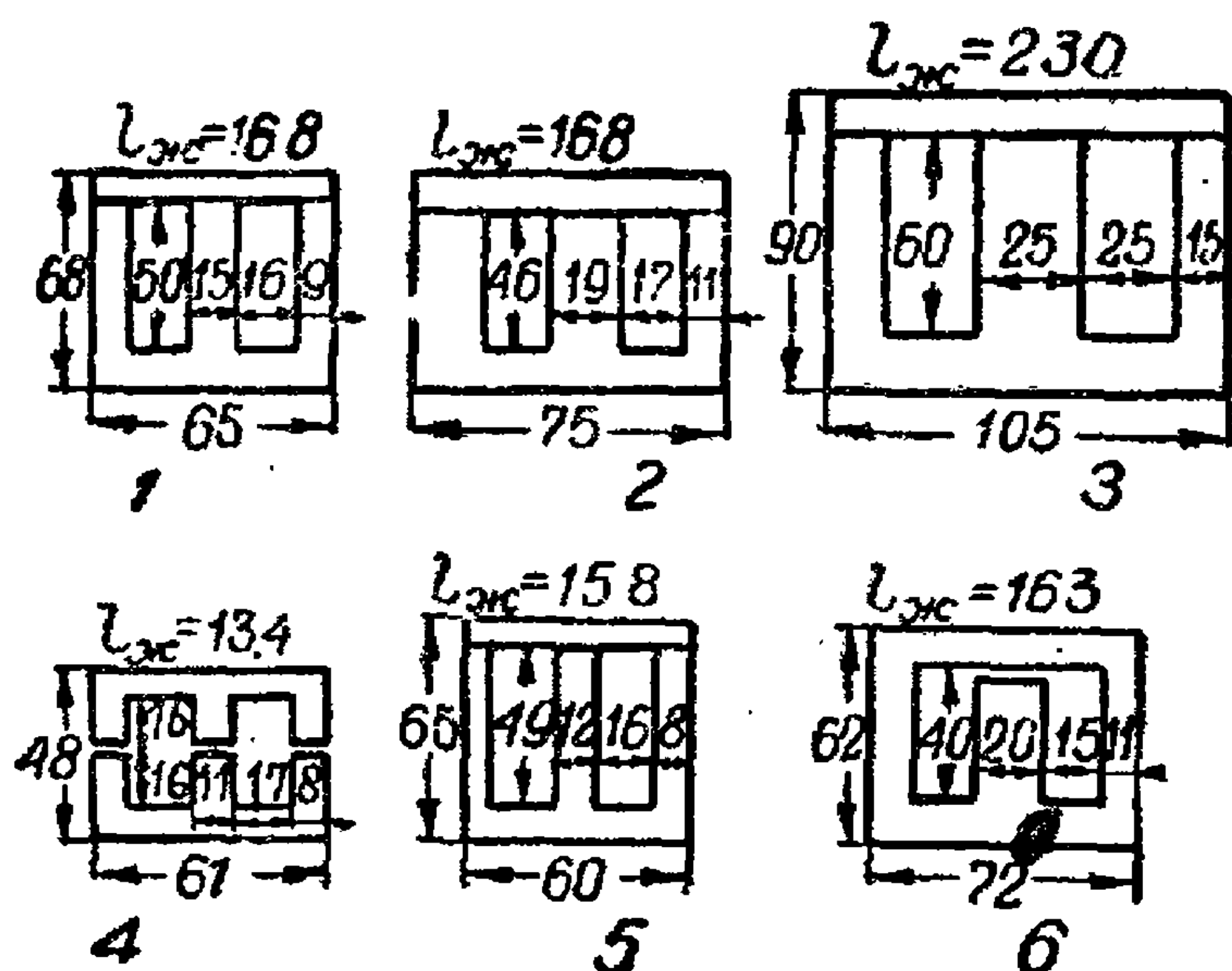


Рис. 134. Типы железных сердечников.

железистого сердечника против указанного в таблице таким образом чтобы отношение $\frac{l_{жс}}{Q}$ не изменилось.

ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ В УСИЛИТЕЛЯХ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Под отрицательной обратной связью следует понимать подачу на вход усилителя низкой частоты (приемника или другого прибора) некоторой части напряжения с выхода этого же самого устройства, но с обратной фазой. Использование отрицательной обратной связи значительно повышает устойчивость работы усилителей низкой частоты, улучшает их частотную характеристику, уменьшает уровень шумов и нелинейные искажения.

Однако введение отрицательной обратной связи уменьшает коэффициент усиления каскада, что иногда может привести к необходимости добавления лишнего каскада предварительного усиления низкой частоты.

Но получить добавочное усиление проще, чем уменьшить все виды искажений. Поэтому применение обратной связи, безусловно, рационально. В этих случаях усилитель проектируют с избыточным усилением, а излишек усиления используют для уменьшения искажений.

На рис. 135 приведена общая схема подачи отрицательной обратной связи (по напряжению). На вход усилительной системы подается

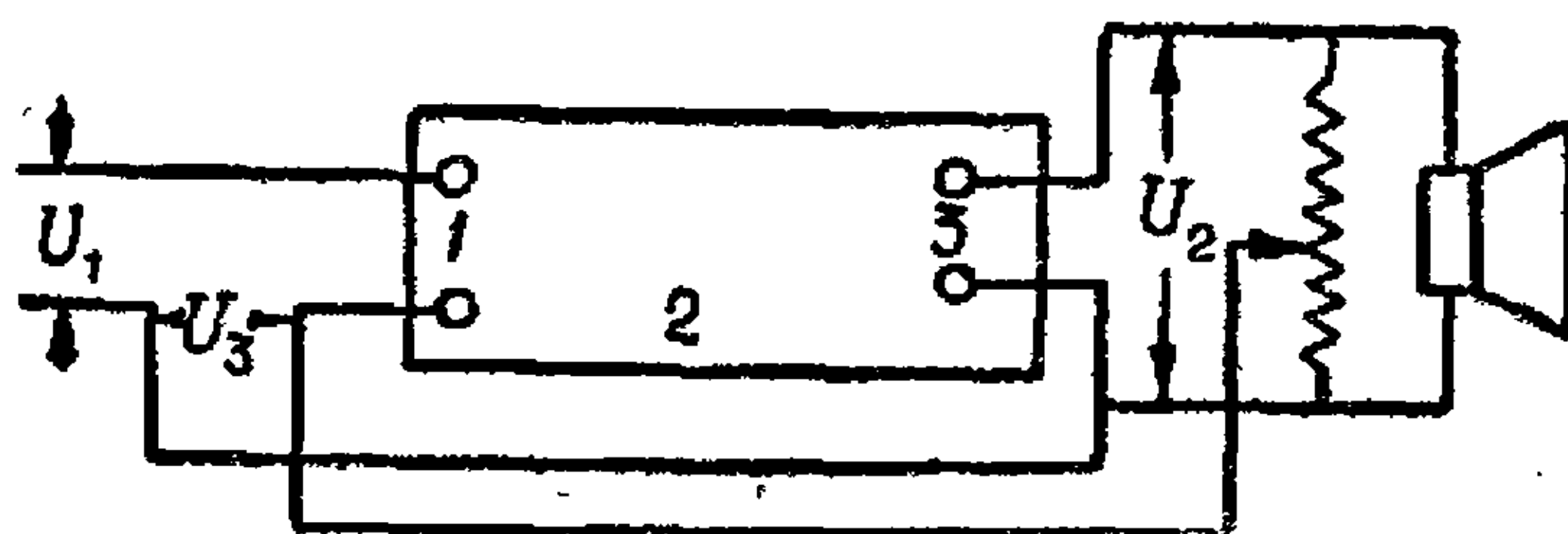


Рис. 135. Общая схема подачи отрицательной обратной связи: 1 — вход; 2 — усилитель; 3 — выход.

часть выходного напряжения, снимаемого с потенциометра, включенного на выход усилителя.

Существует много схем отрицательной обратной связи в усилителях низкой частоты, но все их можно разбить на параллельные, последовательные и смешанные.

В параллельных схемах напряжение обратной подачи снимается с потенциометра, включенного параллельно нагрузке (например, к

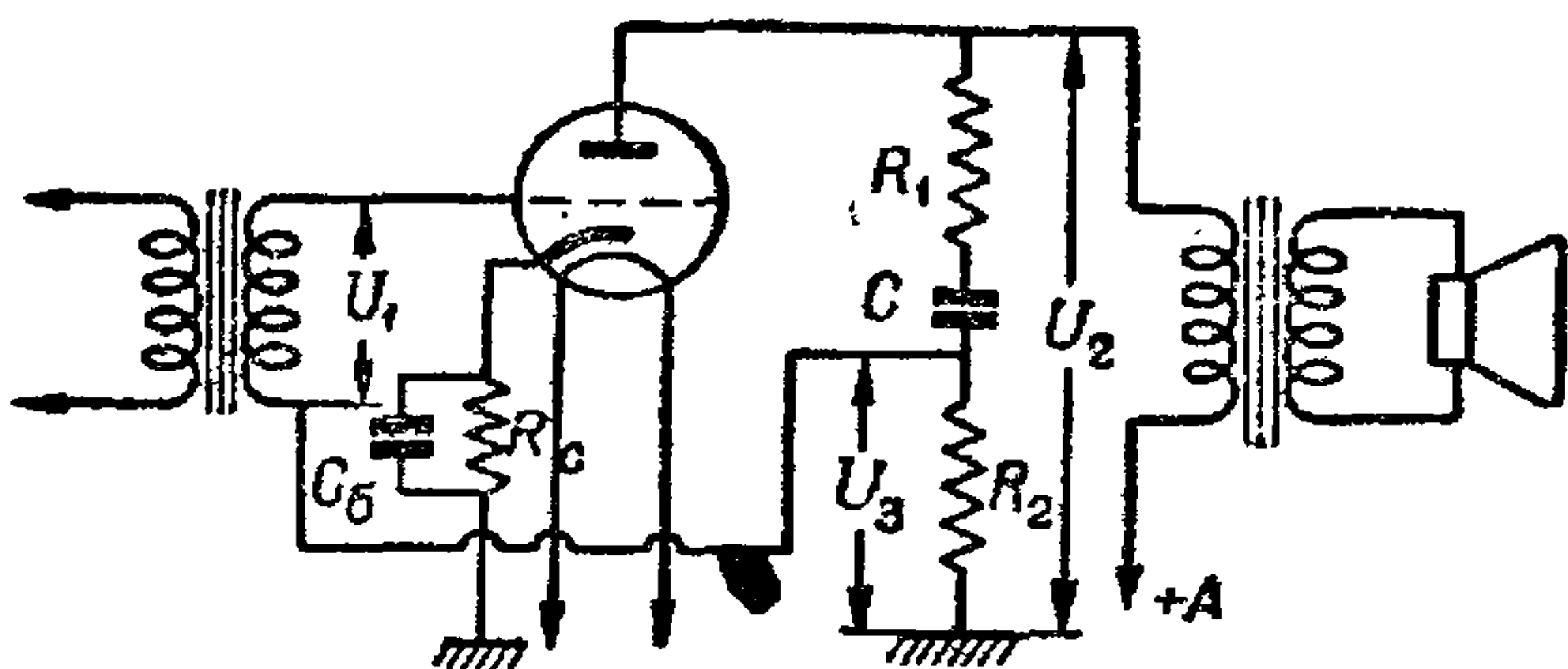


Рис. 136. Схема однотактного усилителя низкой частоты с применением отрицательной обратной подачи по напряжению.

громкоговорителю) и, следовательно, пропорционально напряжению на выходе. В последовательных схемах напряжение обратной подачи пропорционально току на выходе, так как снимается с сопротивления, включенного последовательно с нагрузкой. В смешанных схемах имеются последовательное и параллельное сопротивления обратной подачи.

Наиболее часто цепь обратной подачи вводится в окончательный каскад усилителя.

На рис. 136 показана наиболее простая схема однокаскадного усилителя, в котором применена обратная подача по напряжению. Эта схема тождественна общей схеме рис. 135.

Из схемы рис. 136 видно, что цепь $R_1 - C - R_2$ шунтирует сопротивление нагрузки и включена со стороны выходной цепи.

Если емкость разделительного конденсатора C достаточно велика, то почти все переменное напряжение, развиваемое на нагрузке, распределяется между R_1 и R_2 . Напряжение обратной подачи U_3 снимается с сопротивления R_2 . В этом случае сопротивления R_1 и R_2 образуют потенциометр обратной связи.

Из схемы рис. 136 видно, что напряжение обратной подачи включено последовательно с входным напряжением U_1 . Так как напряжение U_3 , действующее в анодной цепи, сдвинуто по фазе на 180° относительно напряжения сигнала U_1 , то входное напряжение, подводимое к лампе, будет равно разности $U_1 - U_3$, т. е. будет меньше напряжения сигнала.

В приведенной схеме величина напряжения обратной подачи U_3 определяется соотношением сопротивлений R_1 и R_2 . Подбирая их ве-

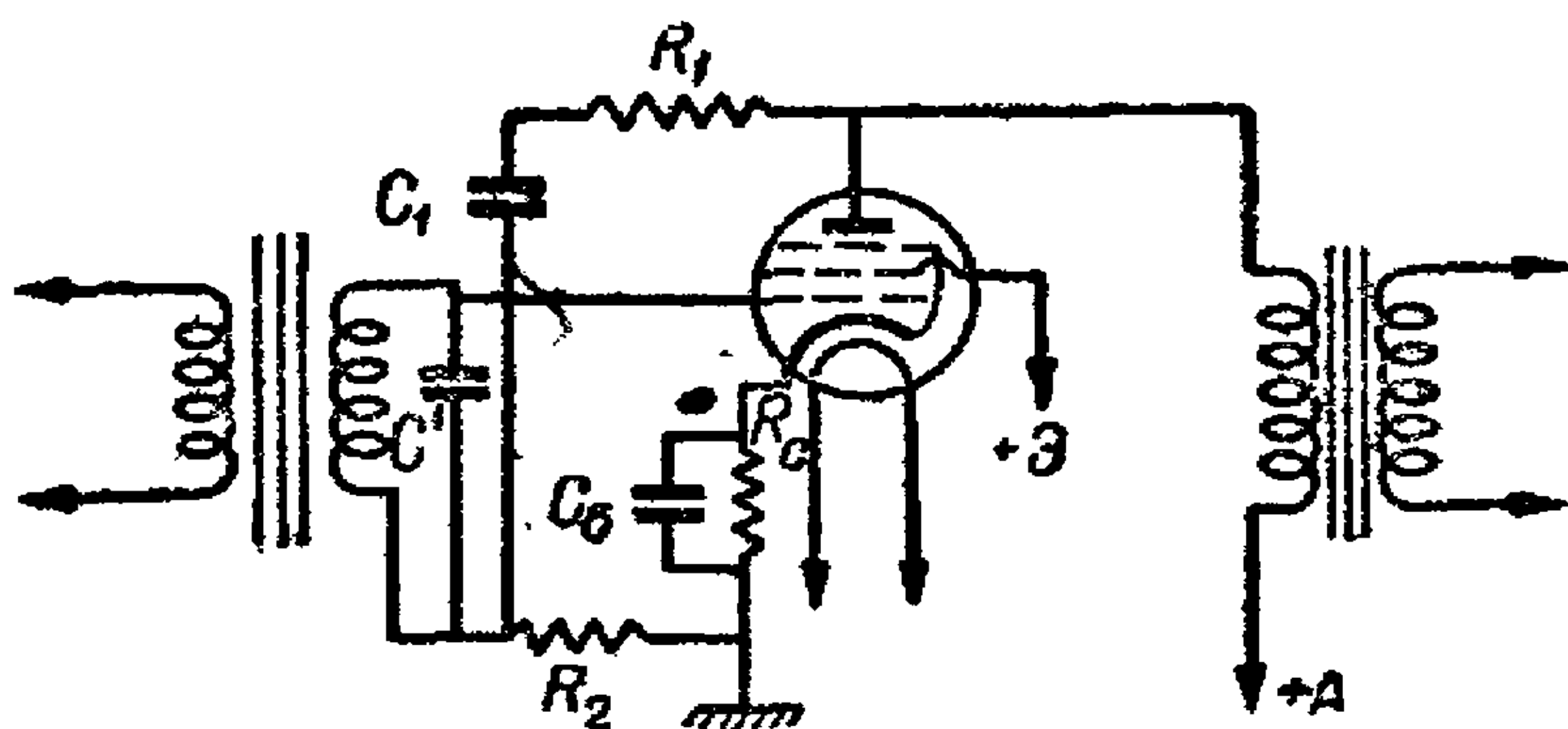


Рис. 137. Схема усилителя низкой частоты с отрицательной обратной связью на пентоде.

личину, можно получить различную степень подачи. Под степенью обратной подачи следует понимать отношение напряжения обратной подачи к напряжению на выходе усилителя, т. е. $\beta = \frac{U_3}{U_2}$. При этом коэффициент усиления каскада

$$K' = \frac{K}{1 + K\beta},$$

где: K — коэффициент усиления каскада без обратной связи,

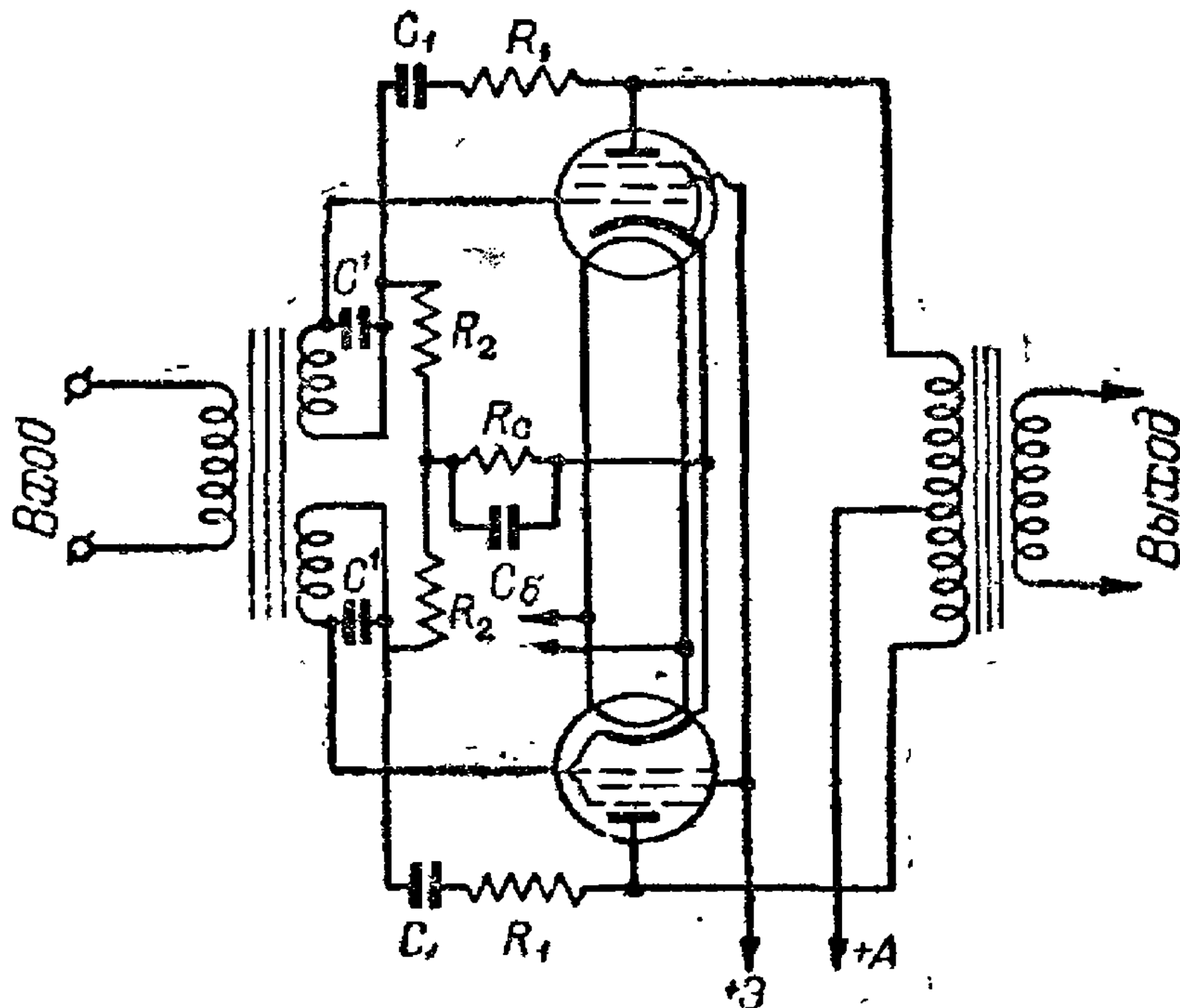


Рис. 138. Схема двухтактного усилителя низкой частоты с отрицательной обратной связью.

Практически β берут от 0,05 до 0,2. Хорошие результаты дает 10%-ная отрицательная обратная связь, т. е. $\beta = 0,1$.

На рис. 137 и 138 приводятся практические схемы усилителей низкой частоты с отрицательной обратной связью. Эти схемы могут быть использованы при применении в оконечных каскадах ламп типа СО-122, СО-187, 6Ф6, 6Л6 и т. п.

При 10%-ной отрицательной обратной связи данные цепей обратной подачи следующие: $R_1 = 45\,000\text{ ом}$; $R_2 = 5000\text{ ом}$; $C_1 = 0,1 \div 1\text{ мкмкф}$.

СУПЕРГЕТЕРОДИННЫЕ ПРИЕМНИКИ

Скелетная схема приемника, собранного по супергетеродинной схеме, приведена на рис. 139. Как видно из схемы, супергетеродинные приемники состоят из каскадов усиления высокой частоты, каскада преобразователя (или смесительного каскада), каскада усиления промежуточной частоты, каскада детектора и каскада усиления низкой частоты. Кроме этого, в схемах современных супергетеродинных радио-

приемников могут быть и вспомогательные каскады, выполняющие различные функции.

Антенна связана с резонансным услителем высокой частоты или, при отсутствии усиления высокой частоты, с колебательным контуром или полосовым фильтром. Поэтому к преобразователю подводятся усиленные колебания той станции, на которую эти контуры настроены.

При супергетеродинной схеме входные цепи, каскады усиления

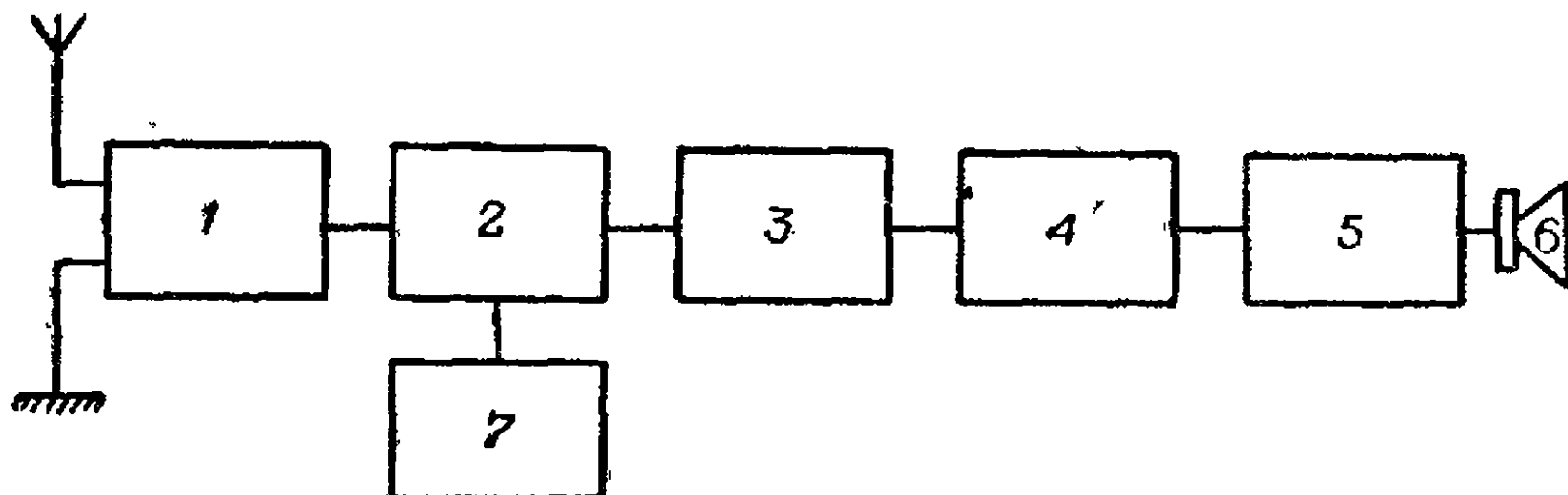


Рис. 139. Скелетная схема супергетеродинного радиоприемника: 1 — каскады усиления высокой частоты; 2 — смеситель; 3 — усилитель промежуточной частоты; 4 — детектор; 5 — каскады усиления низкой частоты; 6 — репродуктор; 7 — гетеродин.

высокой частоты (усиление на частоте сигнала) и каскады усиления низкой частоты не отличаются от аналогичных цепей и каскадов в приемниках прямого усиления.

После каскада усиления высокой частоты следует преобразователь частоты. Он состоит из смесителя и гетеродина.

К смесителю подводятся напряжения двух частот: с частотой сигнала f_c и частотой гетеродина f_r .

В результате совместного воздействия колебаний f_c и f_r смеситель, обладающий детекторными свойствами, выделяет на своей анодной нагрузке напряжение, частота которого равна разности частот гетеродина и сигнала.

Выделяемая в анодной нагрузке разностная частота называется промежуточной частотой.

Таким образом, если частота гетеродина больше частоты сигнала, то промежуточная частота определяется уравнением:

$$f_{\text{пр}} = f_r - f_c.$$

Если же частота гетеродина меньше частоты сигнала, тогда:

$$f_{\text{пр}} = f_c - f_r.$$

В супергетеродинном радиоприемнике промежуточная частота остается постоянной независимо от частоты принимаемой радиостанции.

После преобразователя дальнейшее усиление частоты $f_{\text{пр}}$ производится каскадами усиления промежуточной частоты. Если высокочастотные колебания принимаемой радиостанции модулированы, то на промежуточной частоте сохраняется тот же закон модуляции.

В большинстве случаев частота принимаемой радиостанции меньше частоты гетеродина на величину, равную промежуточной частоте.

Если одновременно с принимаемой радиостанцией работает другая, частота которой больше частоты гетеродина на величину, равную промежуточной частоте (отличающаяся, таким образом, по частоте от принимаемой радиостанции на удвоенную промежуточную частоту), тогда сигналы этой радиостанции смогут проникнуть в смеситель и дальше будут усилены каскадами усиления промежуточной частоты.

Помехи приему, возникающие в результате работы мешающей радиостанции на частоте, отличающейся от f_c на величину $2f_{пр}$, принято называть помехой на зеркальной или симметричной частоте.

Для борьбы с зеркальной помехой повышают предварительную селекцию до преобразователя, что достигается включением одного (реже двух) каскадов усиления высокой частоты в схему супергетеродина.

Детектор, или, как его иногда называют, второй детектор, выделяет низкую частоту из модулированных колебаний промежуточной частоты. Обычно детекторный каскад связан с автоматической регулировкой чувствительности.

При приеме телеграфных станций детектор связывается со вторым гетеродином (в обычных ширококвещательных приемниках второго гетеродина нет) или собирается по регенеративной схеме.

Разность между промежуточной частотой и частотой второго гетеродина должна лежать в пределах звуковых частот. Эту разность обычно выбирают равной $800 \div 1000$ гц.

Преобразователь частоты

Каскад преобразователя частоты (рис. 140) предназначен для образования промежуточной частоты, постоянной для данного приемника, из частот принимаемой радиостанции и местного генератора (ге-

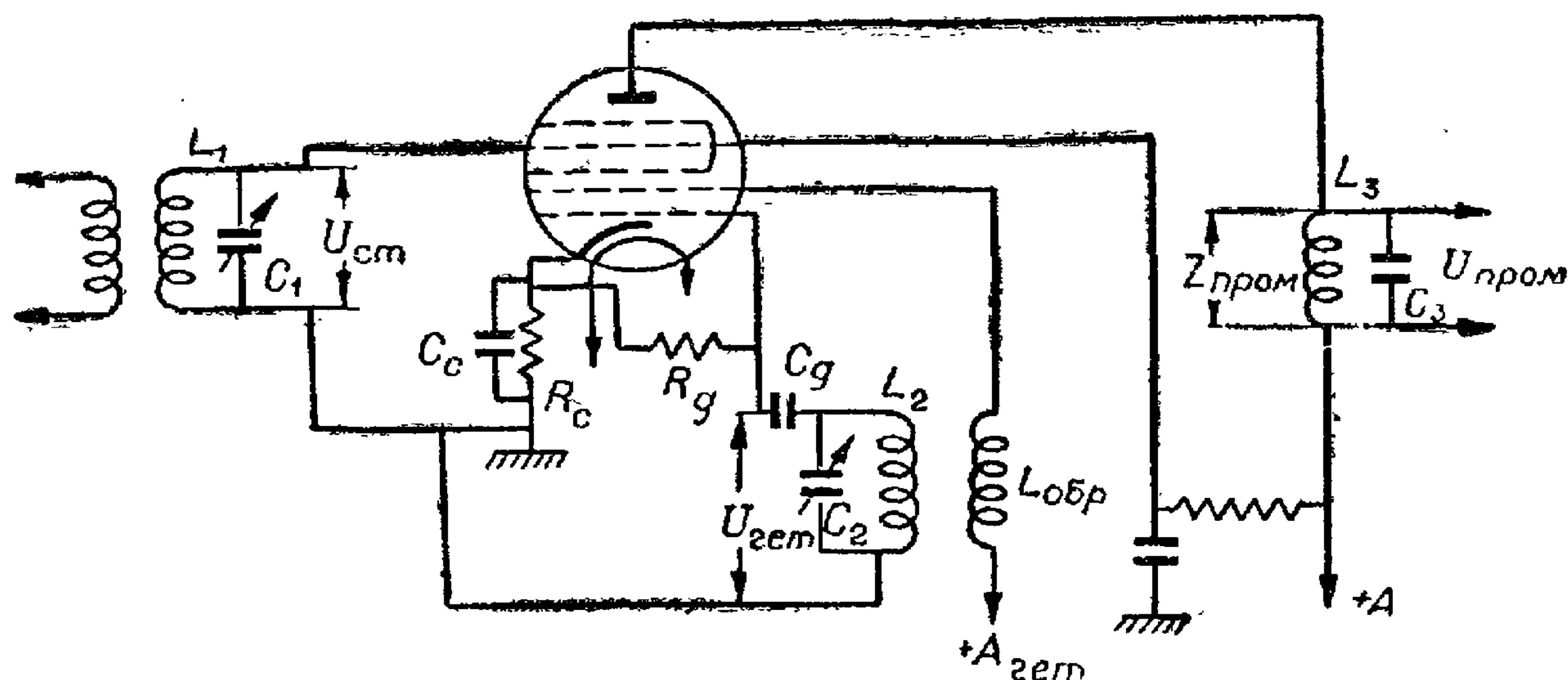


Рис. 140. Схема преобразователя частоты.

теродина). Часто такой каскад называют смесительным каскадом. В каскаде преобразования частоты широко применяются многоэлектродные лампы (пентагриды и пр.). Одна многоэлектродная лампа может совмещать функции смесителя и гетеродина. Сложение при-

маемых и собственных колебаний происходит внутри самой лампы в результате двойного управления ее электродным потоком.

Схема преобразователя частоты с многоэлектродной лампой — пентагридом приведена на рис. 140.

На вход преобразователя частоты подаются колебания от принимаемой радиостанции с амплитудой $U_{ст}$ и частотой станции $f_{ст}$ и от гетеродина с амплитудой $U_{гет}$ и частотой гетеродина $f_{гет}$. Расчет производят для случая, когда $f_{пр} = f_{гет} - f_{ст}$, т. е. колебания промежуточной частоты имеют частоту, равную разности частот гетеродина и принимаемой радиостанции.

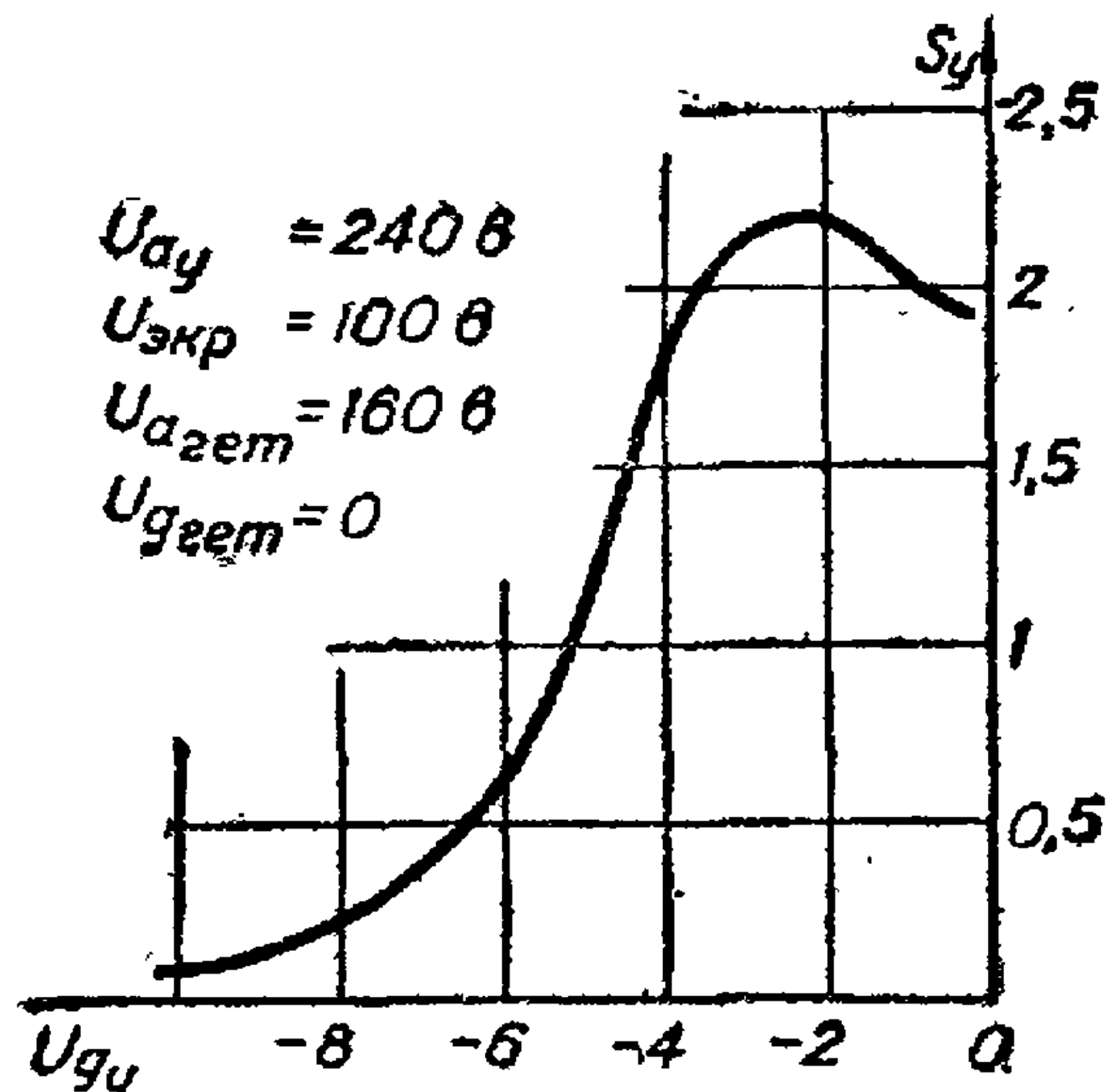


Рис. 141. График зависимости S_y от напряжения на сетке U_{gy} .

Катод и первые две сетки пентагрида образуют трехэлектродную лампу. Этот триод вместе с контуром $L_2 C_2$ и катушкой $L_{обр}$ образуют гетеродин. Частота колебаний гетеродина определяется частотой колебательного контура, состоящего из $L_2 C_2$.

Коэффициент преобразования, равный отношению $\frac{U_{пр}}{U_{ст}}$ можно определить из выражения

$$K_{\max} = 0,25 S_{\max} Z_{пр}, \quad (11,54)$$

где: $Z_{пр}$ — сопротивление нагрузки в анодной цепи; $U_{пр}$ — напряжение промежуточной частоты на нагрузке преобразовательной лампы; S_{\max} — наибольшее значение крутизны характеристики анодного тока по управляющей (т. е. считая от катода — четвертой) сетке при заданных анодном напряжении (E_a), напряжении на экранной сетке ($E_{экр}$) и напряжении смещения гетеродинной сетки, равном нулю, т. е. $-E_{ггет} = 0$. Пример зависимости S от смещения на управляющей сетке, при заданных E_a , $E_{экр}$ и $-E_g = 0$, приведен на рис. 141.

Получение максимального коэффициента преобразования будет зависеть от правильного выбора величины E_g ; $-E_{ггет}$ и $U_{гет}$ по характеристикам пентагрида.

Из приведенных примерных характеристик пентагрида (рис. 141 и 142) видно, что при заданных $E_a = 240$ в, $E_{экр} = 100$ в, $E_{агет} = 160$ в максимальное значение коэффициента преобразования получится при $-E_g = 2$ в; $-E_{ггет} = 8$ в и $U_{гет} = 8$ в.

Если преобразовательный каскад собран по схеме рис. 140, то в формулу (11,54) подставляем значение $Z_{пр}$ контура, равное $\frac{L_3}{C_3 R_3}$.

При трансформаторном включении полосового фильтра коэффициент преобразования будет:

$$K_{\max} = 0,14 S_{\max} \frac{M_1}{L_3} R', \quad (11,55)$$

где: S_{\max} — в а/в; M_1 — взаимоиндукция, определяющая связь полосового фильтра с лампой

$$M_1 = 1,54 L \sqrt{\frac{R_{\text{нагр}}}{R'}}; \text{ а } R' = \frac{L}{CR} \text{ ом (см. формулу 11,66).}$$

В схеме рис. 140 отрицательное смещение создается на сопротивлении R_g , по которому проходит ток сетки гетеродина. При этом

$$E_{\text{ггет}} = R_g I_{\text{ггет}}, \quad (11,56)$$

где: R_g — сопротивление утечки (в ом),

$$I_{\text{ггет}} \approx 0,3 S_{\text{ггет}}, \quad (11,57)$$

где: $S_{\text{ггет}}$ — крутизна характеристики (в ма/в).

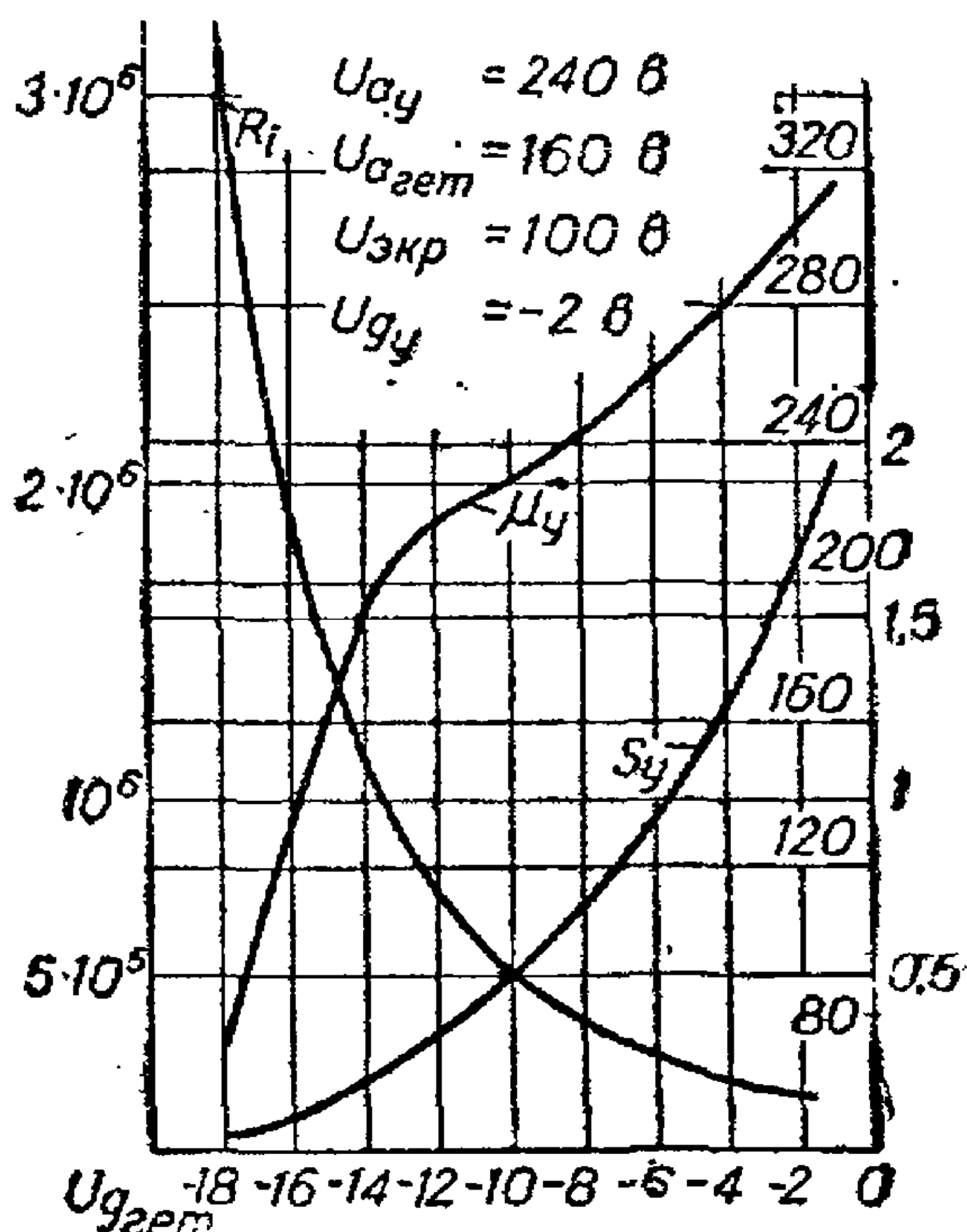


Рис. 142. График зависимости R_i ; μ_y и S_y от U_g гетеродина.

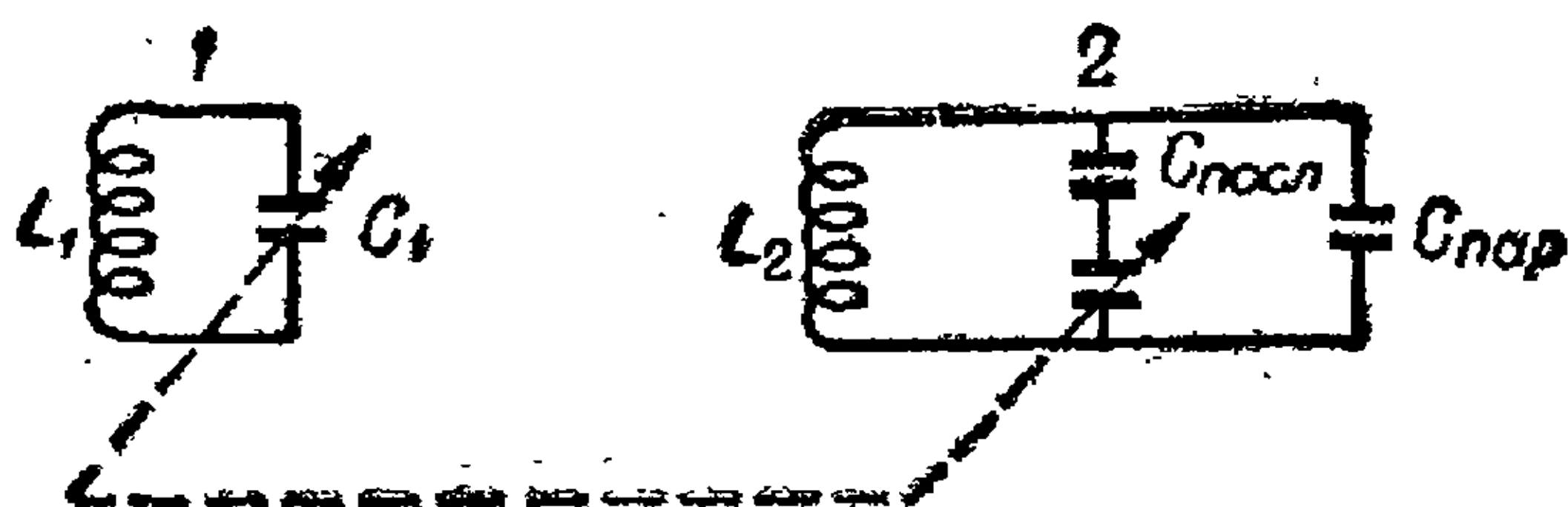


Рис. 143. Схема сопряжения контуров в супергетеродине: 1 — контур в цепи сетки; 2 — контур в цепи гетеродина.

Пример. Определить величину сопротивления R_g , если $S_{\text{ггет}} = 0,3 \text{ ма/в}$.

Решение. 1. Величина постоянной слагающей сеточного тока гетеродина будет

$$I_{\text{ггет}} = 0,3 S_{\text{ггет}} = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ ма.}$$

2. Сопротивление R_g будет

$$R_g \approx \frac{E_g}{I_{\text{ггет}}} = \frac{8}{0,09 \cdot 10^{-3}} \approx 89 \text{ 000 ом.}$$

Величина емкости C_g в среднем выбирается около 200 мккф. Величина взаимоиндукции между катушкой обратной связи (катушка обратной связи гетеродина) $L_{\text{обр}}$ и катушкой L_2 должна обеспечивать самовозбуждение на всем диапазоне. При этом:

$$M \geq \frac{C_2 R_2}{S_{\text{гет}}} \text{ гн,}$$

где: $S_{\text{гет}}$ — крутизна характеристики анодного тока гетеродинной части лампы; C_2 — величина емкости конденсатора контура гетеродина для расчетной частоты (в ϕ); M — взаимдукция между катушкой контура и катушкой обратной связи $L_{\text{обр}}$ гетеродина; R_2 — сопротивление потерь контура гетеродина.

Обычно контуры управляющей сетки пентагрида и контур гетеродина настраиваются одной ручкой. Поэтому приходится предпринимать особые меры к тому, чтобы разность между частотой настройки обоих контуров в любой точке диапазона равнялась бы промежуточной частоте.

Для этой цели в контур гетеродина (в каждый поддиапазон) обычно включается по два добавочных конденсатора. Эти конденсаторы ($C_{\text{пар}}$ и $C_{\text{посл}}$) включаются, как показано на рис. 143. Величину емкости $C_{\text{посл}}$ и $C_{\text{пар}}$ и коэффициента K для определения самоиндукции L_2 определяем при помощи табл. 57.

Для этого предварительно необходимо найти отношение промежуточной частоты к средней частоте рассчитываемого поддиапазона

$$n = \frac{f_{\text{пр}}}{f_{\text{ср}}}$$

Таблица 57

Величины емкостей $C_{\text{посл}}$ и $C_{\text{пар}}$

$n = \frac{f_{\text{пр}}}{f_{\text{ср}}}$	$C_{\text{посл}}$ (в мкмкф)	$C_{\text{пар}}$ (в мкмкф)	K	$n = \frac{f_{\text{пр}}}{f_{\text{ср}}}$	$C_{\text{посл}}$ (в мкмкф)	$C_{\text{пар}}$ (в мкмкф)	K
0,04	4800	—	0,93	0,4	480	10	0,6
0,05	3950	1,45	0,92	0,45	440	11	0,58
0,06	3260	1,85	0,91	0,5	395	13	0,52
0,07	2800	2,2	0,9	0,55	360	14	0,5
0,08	2500	2,6	0,895	0,6	320	15	0,46
0,09	2100	2,9	0,88	0,65	295	16	0,43
0,1	1900	3,25	0,87	0,7	280	17	0,405
0,15	1450	4,6	0,82	0,8	255	18	0,375
0,2	950	6	0,75	0,9	240	19	0,34
0,25	770	7	0,7	1,25	185	25	0,24
0,3	620	8,5	0,67	1,5	160	28	0,18
0,35	550	9,1	0,65	2	130	33	0,135

Если максимальная емкость конденсатора $C_{\text{мах}}$ не равна 400 мкмкф, то для использования табл. 57 величины $C_{\text{пар}}$ и $C_{\text{посл}}$ надо изменить, умножив на величину $\frac{C_{\text{мах}}}{400}$. При этом коэффициент K не изменится.

Пример. Определить $C_{\text{посл}}$, $C_{\text{пар}}$ и L_2 для поддиапазона 500 — 1500 кГц, если максимальные емкости конденсаторов переменной емкости в контурах $C_{\text{мах}} = 400$ мкмкф. Частота $f_{\text{пр}} = 465$ кГц.

Решение. 1. Определяем среднюю частоту поддиапазона:

$$f_{\text{ср}} = \frac{500 + 1500}{2} = 1000 \text{ кГц.}$$

2. Находим отношение n :

$$n = \frac{f_{\text{пр}}}{f_{\text{ср}}} = \frac{465}{1000} = 0,465.$$

3. По табл. 57 находим емкости $C_{\text{посл}}$ и $C_{\text{пар}}$:

$$C_{\text{посл}} \approx 420 \text{ мкмкф,}$$

$$C_{\text{пар}} \approx 12 \text{ мкмкф.}$$

Обычно конденсатор $C_{\text{пар}}$ выполняется в виде полупеременного конденсатора (триммера); поэтому найденная величина $C_{\text{пар}}$ представляет собой его среднюю емкость.

4. По той же табл. 57 находим коэффициент K ; $K = 0,55$.

5. Самоиндукция катушки контура в цепи гетеродина

$$L_2 = KL_1 = 0,55 L_1.$$

Величина самоиндукции L_1 нам известна из расчета колебательного контура.

Усилители промежуточной частоты

Усилитель промежуточной частоты обычно представляет собой полосовой усилитель на фиксированную частоту, имеющий в каждом каскаде два связанных одинаково настроенных контура, образующих полосовой фильтр. В радиоприемниках широкополосного типа бывает от одного до двух каскадов усилителя промежуточной частоты. При современных лампах один-два каскада усиления промежуточной частоты вполне достаточно для нормального радиоприема.

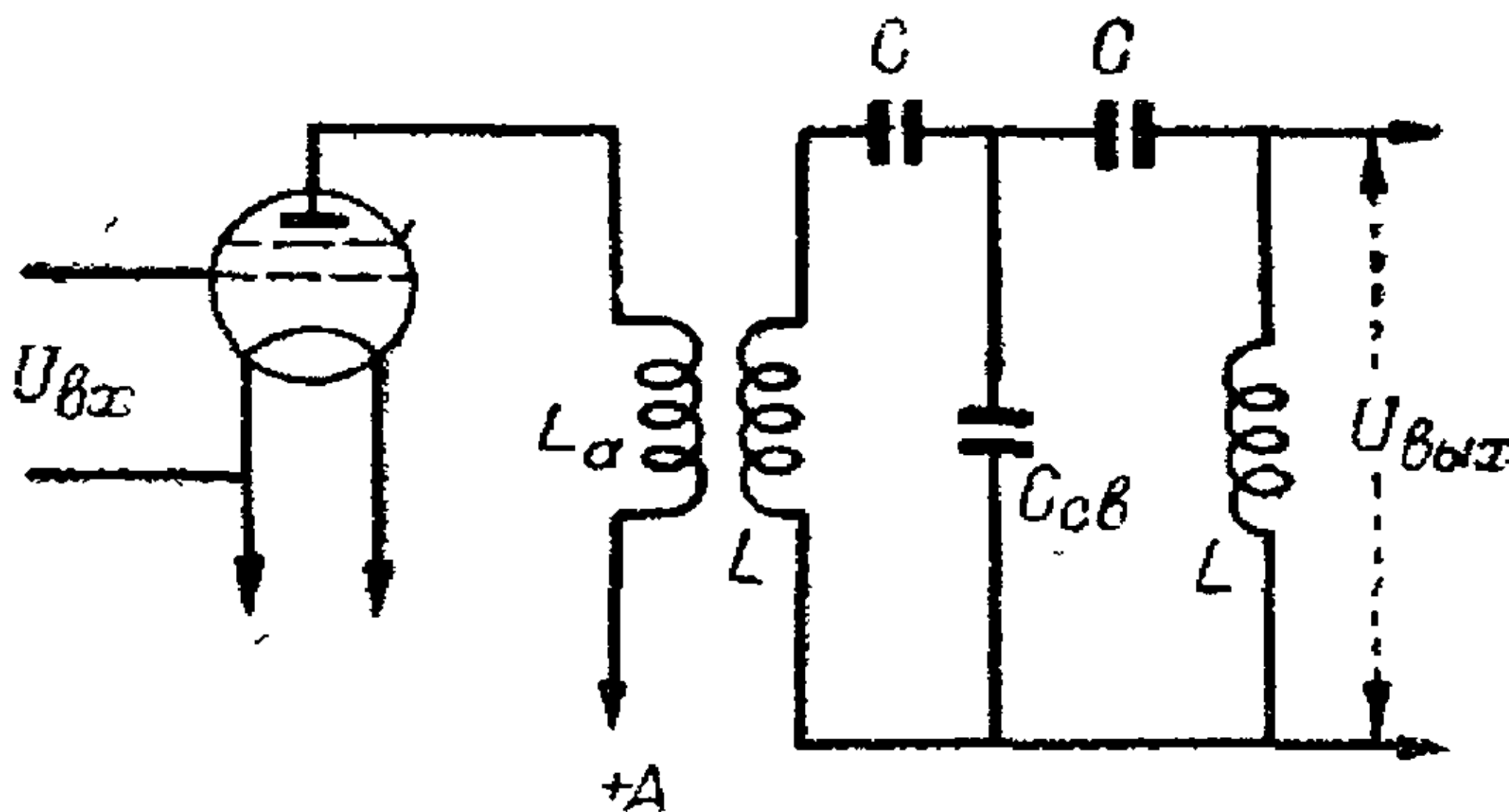


Рис. 144. Схема усилителя промежуточной частоты.

В радиолюбительской практике чаще всего встречаются однокаскадные усилители промежуточной частоты с двумя полосовыми фильтрами (в цепи сетки и в цепи анода).

В этом случае кривая избирательности усилителя промежуточной частоты определяется двумя фильтрами.

На рис. 144 и 145 приведены схемы усилителей промежуточной частоты.

При расчете усилителя промежуточной частоты считают заданными: резонансную частоту фильтра (промежуточную частоту) — $f_{\text{пр}}$, полосу пропускания усилителя $\Delta F_{\text{п}}$ и параметры лампы (S , R_i , μ и $C_{\text{аг}}$).

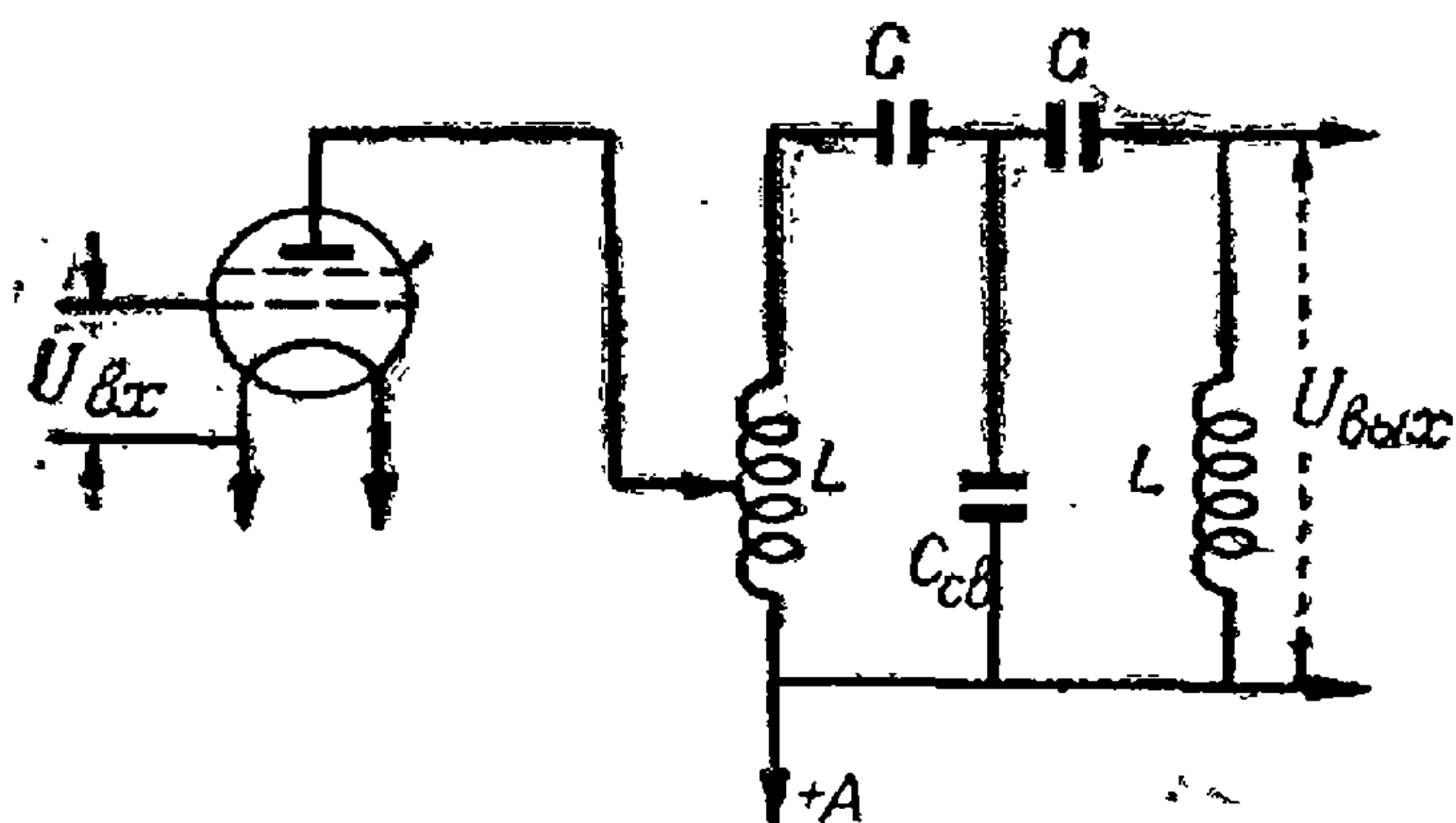


Рис. 145. Схема усилителя промежуточной частоты.

Расчетом определяют коэффициент усиления каскада, параметры контура (L , C и R), сопротивление связи — $X_{св}$, взаимную индукцию M (связь с анодной цепью), кривую селективности фильтра и усилителя.

Оба контура фильтра считают совершенно одинаковыми. Расчет ведут так:

1. Емкость фильтра C будет:

$$C = 13,3 \frac{f_{пр}}{\Delta F_{п}} \text{ мкмкф} \quad (11,58)$$

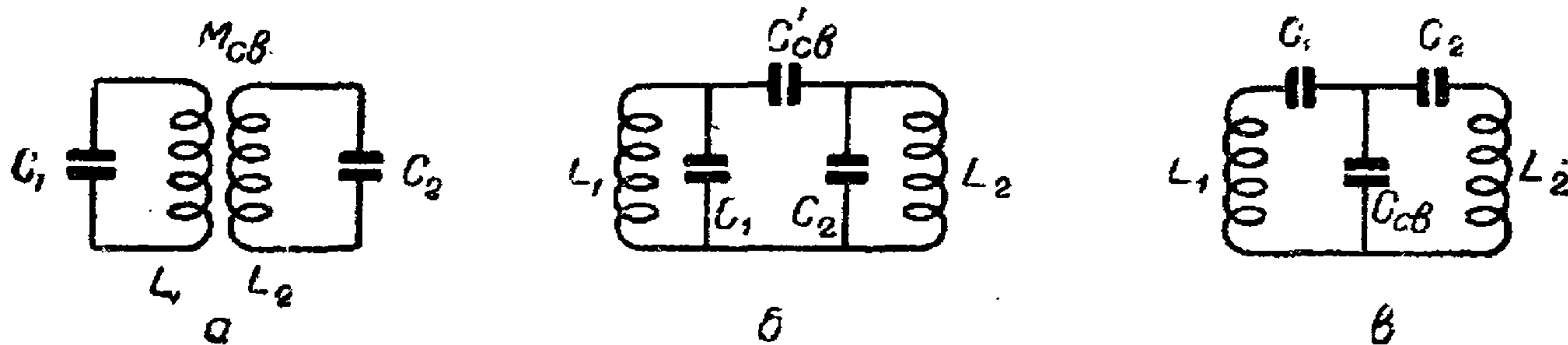


Рис. 146. Типы полосовых фильтров.

2. Самоиндукция фильтра:

$$L = \frac{254 \cdot 10^8}{f_{пр}^2 \cdot C} \text{ гн}, \quad (11,59)$$

где C — в мкмкф.

3. Полное активное сопротивление каждого контура фильтра:

$$R = 4,8 L \Delta F_{п} \text{ ом}, \quad (11,60)$$

где L — в гн.

4. Сопротивление связи:

$$X_{св} = 1,36 R \text{ ом}. \quad (11,61)$$

5. Емкость конденсатора связи (рис. 144 и 145)

$$C_{св} = \frac{159 \cdot 10^9}{f_{пр} X_{св}} \text{ мкмкф}. \quad (11,62)$$

Для фильтров промежуточной частоты, собранных по схеме рис. 146, б,

$$C'_{св} = \frac{C^2}{C_{св}} \text{ мкмкф}, \quad (11,63)$$

где C в мкмкф, полученное из формулы (11,58); $C_{св}$ — в мкмкф.

Для фильтра с индуктивной связью (рис. 146, а) необходимая величина взаимной индукции:

$$M = 0,159 \frac{X_{св}}{f_{пр}} \text{ гн}. \quad (11,64)$$

6. Резонансное сопротивление контура

$$R' = \frac{L}{CR} \text{ ом,} \quad (11,65)$$

где: L — в гн; C — в ф; R — в ом.

7. Взаиминдукция, определяющая связь полосового фильтра с лампой,

$$M_1 = 1,54 L \sqrt{\frac{R_{\text{нагр}}}{R'}} \text{ гн,} \quad (11,66)$$

где: R' — из формулы (11,65), а $R_{\text{нагр}} = \sqrt{\frac{25}{\omega_{\text{пр}} C_{\text{аг}} S}}$.

Если $\frac{M_1}{L} > 1$, то в формулу (11,66) следует подставить $M_1 = L$.

В этом случае провод от анода лампы присоединяется не к части катушки, а к началу катушки, т. е. получается схема непосредственного включения контура в анод.

8. Коэффициент усиления каскада будет

$$K = 0,57 \frac{M_1}{L} SR', \quad (11,67)$$

где S — в а/в.

9. Определяем кривую избирательности фильтра и усилителя. Кривая избирательности одного фильтра может быть рассчитана по точкам, т. е. определяем зависимость N от расстройки Δf и полученные данные наносим на график:

$$N = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{1,7}{\Delta F_{\text{п}}}\right)^4 \Delta f^4 \left(1 - \frac{\Delta F_{\text{п}}^2}{4\Delta f^2}\right)^2}}, \quad (11,68)$$

где N — отношение тока в контуре при расстройке его на величину Δf к току в контуре в момент резонанса.

Для нескольких полосовых фильтров, т. е. для всего усилителя,

$$N_{\text{общ}} = N^n, \quad (11,69)$$

где n — число одинаковых полосовых фильтров.

Пример. Рассчитать усилитель промежуточной частоты для схемы рис. 145, если дано: лампа 6К7, имеющая параметры $S = 1,6$ ма/в; $R_i = 0,6$ мгом; $\mu = 1000$; $C_{\text{аг}} = 0,005$ мккф; частота $f_{\text{пр}} = 10^5$ гц; полоса пропускания $\Delta F_{\text{п}} = 10\,000$ гц.

Расчет 1. Емкость C будет

$$C = 13,3 \frac{f_{\text{пр}}}{\Delta F_{\text{п}}} = 13,3 \frac{10^5}{10^3} = 133 \text{ мккф.}$$

2. Самоиндукция L будет:

$$L = \frac{254 \cdot 10^9}{f_{\text{пр}}^2 C} = \frac{254 \cdot 10^9}{(10^5)^2 \cdot 133} = 0,019 \text{ гн,}$$

где C — в мккф.

3. Активное сопротивление R каждого контура фильтра:

$$R = 4,8 L \Delta F = 4,8 \cdot 0,019 \cdot 10^4 = 915 \text{ ом.}$$

4. Определяем сопротивление связи:

$$X_{св} = 1,36R = 1,36 \cdot 915 = 1240 \text{ ом.}$$

Так как мы применили емкостную схему связи, то

$$C_{св} = \frac{159 \cdot 10^9}{f_{пр} X_{св}} = \frac{159 \cdot 10^9}{10^5 \cdot 1240} = 1280 \text{ мкмкф.}$$

5. Сопротивление контура R' равно

$$R' = \frac{L}{CR} = \frac{0,019}{133 \cdot 10^{-12} \cdot 915} = 157 \cdot 10^3 \text{ ом.}$$

6. Так как

$$R_{нагр} = \sqrt{\frac{0,25}{SC_{аг}^{нагр}}} = \sqrt{\frac{0,25}{1,6 \cdot 10^{-3} \cdot 0,005 \cdot 10^{-12} \cdot 6,28 \cdot 10^5}} = 222000,$$

то взаимоиנדукция M_1 будет:

$$M_1 = 1,54L \sqrt{\frac{R_{нагр}}{R'}} = 1,54 \cdot 0,019 \cdot \sqrt{\frac{222000}{157 \cdot 10^3}} = 0,034 \text{ гн,}$$

а так как

$$\frac{M_1}{L} = \frac{0,034}{0,019} = 1,78, \text{ т. е. } > 1,$$

то принимаем $M_1 = L$ (провод анода необходимо подключить к началу катушки).

7. Коэффициент усиления каскада

$$K = 0,57 \frac{M_1}{L} SR = 0,57 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot 157 \cdot 10^3 = 141,3.$$

8. Для построения кривой избирательности надо задаться различными частотами расстройки, например, 1, 4, 8 и 12 кГц. Пользуясь формулой (11,68), можно найти данные для построения кривой избирательности одного полосового фильтра. Кривая для двух фильтров строится по точкам, найденным из соотношения

$$N_{общ} = N^2 \text{ одн. ф.}$$

ЛИНЕЙНЫЙ ДИОДНЫЙ ДЕТЕКТОР

В детекторном каскаде супергетеродина чаще всего используют линейное диодное детектирование. Но обычно для детектора не ставят в схему приемника отдельной лампы, а функции детектора выполняют некоторые электроды многоэлектродных ламп. Для этой цели применяют многоэлектродные сдвоенные лампы, например: двойной диод 6Х6; двойной диод-триод — 6Г7; двойной диод-пентод СО-193 и т. п. В этих лампах один анод используется для выполнения функций линейного диодного детектора, а другой анод сдвоенной части используется для автоматической регулировки чувствительности.

Схема использования двойного диод-триода показана на рис. 147.

Как видно из приведенной схемы, диод D_1 используется для линейного диодного детектирования. На сопротивлении R , шунтированном емкостью C , падает выпрямленное напряжение. На сетку триода это напряжение снимается через конденсатор C_c и сопротивление R_c . Величину напряжения, подаваемого на сетку триода, можно регулировать при помощи движка — P .

Второй диод D_2 используется для автоматической регулировки чувствительности.

Полагая, что неискаженное детектирование должно быть обеспечено до $m \approx 0,9$ (m — коэффициент глубины модуляции), можно рассчитать элементы линейного диодного детектора в следующей последовательности.

1. Задаемся величиной емкости конденсатора C . Для коротковолнового диапазона $C \approx 20$ см, а для средневолнового $C \approx 100$ см.

2. Определяем величину сопротивления по формуле:

$$R = \frac{10^{11}}{FC} \text{ Ом.} \quad (11,70)$$

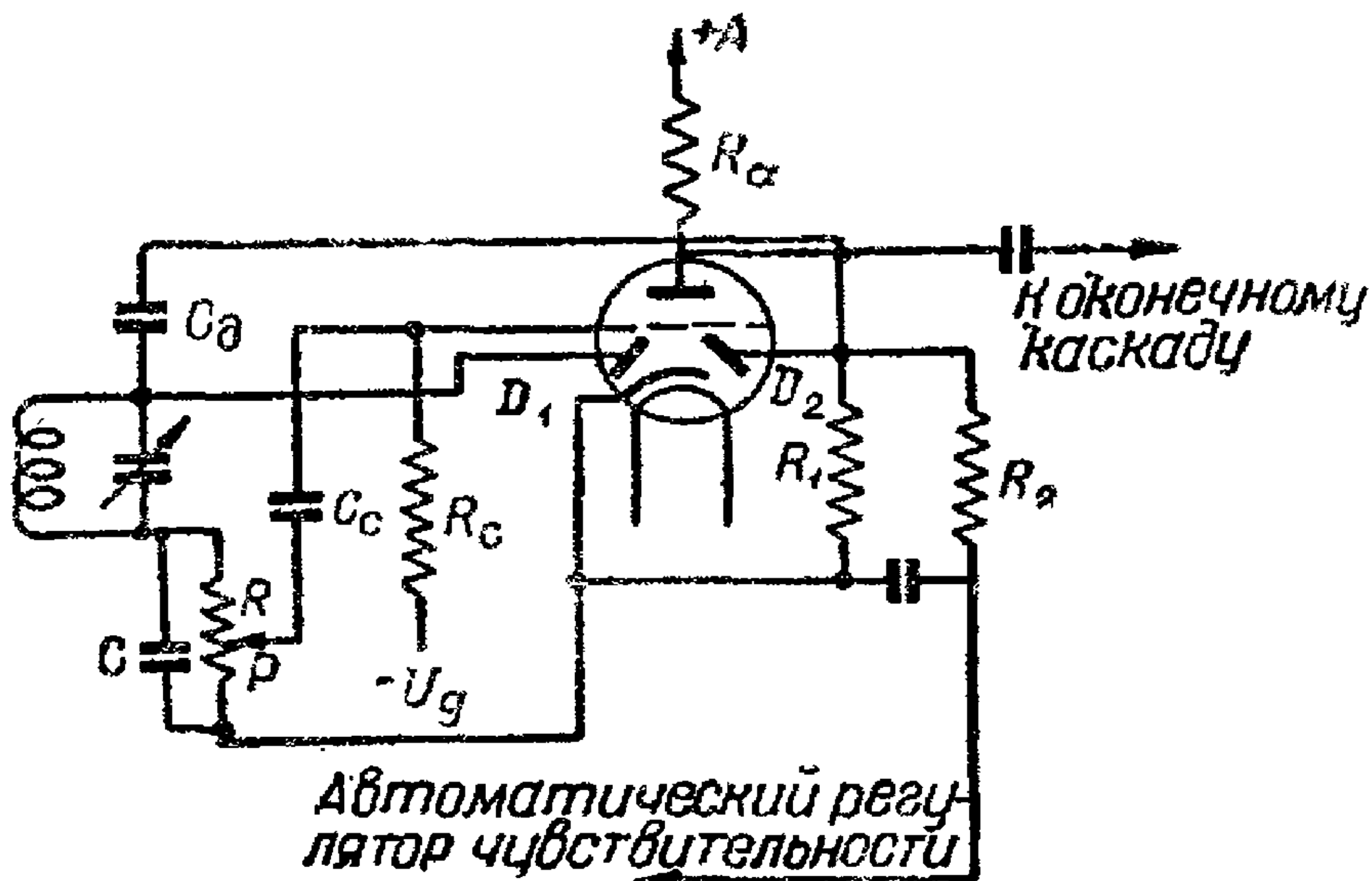
где: C — емкость конденсатора C (в см);
 F — наибольшая частота модуляции (в гц).

3. По табл. 52 находим коэффициент K . Для этого предварительно находим произведение $S_0 R$, где S_0 — средняя крутизна характеристики днода (в а/в).

4. Коэффициент преобразования детекторного каскада будет

$$K_{\Pi} = K \cdot K_F \mu_{\partial}$$

Рис. 147. Схема включения двойного диод-триода.



где: K — находим по табл. 52; K_F — находим по табл. 51 в зависимости от частоты, для которой определяется K_{Π} .

Для схемы рис. 147 динамический коэффициент усиления лампы будет

$$\mu_{\partial} = \mu \frac{\alpha}{\alpha + 1}$$

где: $\alpha = \frac{R_a}{R_i}$; R_a — сопротивление анодной нагрузки. Если анодной нагрузкой будет не сопротивление, а трансформатор, тогда следует придерживаться указаний, данных в разделе «Усилители низкой частоты».

5. Частотная характеристика детекторного каскада с линейным диодным детектированием определяется коэффициентом K_F и частотной характеристикой лампы с нагрузкой в цепи анода (см. раздел «Усилители низкой частоты»).

Напряжение на лампе E_a и анодный ток I_a покоя определяются так же, как и для каскада усиления низкой частоты.

Диодное детектирование будет линейным при напряжении на входе детектора в несколько вольт, при уменьшении же значения амплитуды несущей частоты ниже 0,3 ÷ 0,5 в, детектирование становится квадратичным.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРОВКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

Задача автоматической регулировки чувствительности — поддерживать постоянным уровень сигнала, подаваемого на детектор, при изменении напряжения на входе приемника. Система автоматической регулировки чувствительности использует полученное при детектировании промежуточной частоты выпрямленное напряжение как напряжение дополнительного смещения на сетке лампы усилителя высокой частоты, преобразователя и усилителя промежуточной частоты.

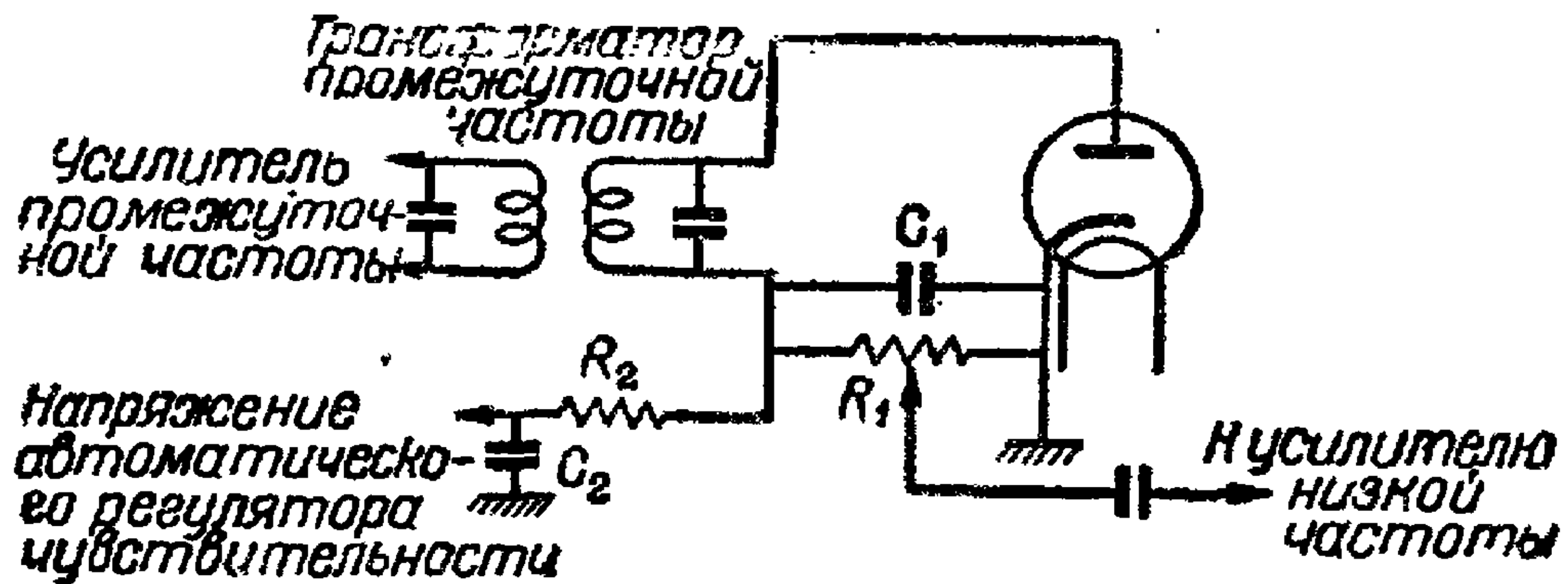


Рис. 148. Схема «простого» автоматического регулятора чувствительности.

Обычно в указанных каскадах применяются лампы с переменной крутизной — типа «варимю». Поэтому при подаче добавочного смещения крутизна характеристики этих ламп уменьшается, что влечет за собой уменьшение усиления, даваемого каскадами.

При изменении напряжения на входе в несколько тысяч раз, на выходе напряжение изменится только в несколько раз.

Существует несколько схем автоматической регулировки чувствительности.

На рис. 148 приведена схема простого автоматического регулятора чувствительности. Из рисунка видно, что диодный детектор одновременно выполняет две функции — детектора сигнала и автоматической регулировки чувствительности.

При отсутствии сигнала ток через диод проходить не будет и на нагрузочном сопротивлении R_1 , включенном последовательно в цепь анода, напряжение не будет падать.

При приеме радиостанции напряжение, образующееся на вторичной обмотке трансформатора промежуточной частоты, вызовет ток, проходящий через диод, и на сопротивлении R_1 получится некоторое падение напряжения. Если несущая частота не модулирована, то величина этого напряжения не меняется. При приеме модулированных колебаний падение напряжения на R_1 будет изменяться в соответствии с амплитудой низкочастотного сигнала.

Таким образом, на сопротивлении R_1 получается пульсирующее напряжение. Это напряжение через конденсатор связи подается на сетку лампы усилителя низкой частоты.

Напряжение автоматической регулировки чувствительности, подаваемое на сетки регулируемых ламп, берется от минусового конца сопротивления R_1 . Но на сопротивлении R_1 получается пульсирующее напряжение, а так как к сеткам регулируемых ламп необходимо под-

вести напряжение, свободное от модуляции, то для этой цели в цепь автоматической регулировки чувствительности включают фильтр, состоящий из сопротивления R_2 и конденсатора C_2 . Обычно сопротивление R_2 бывает $0,5 - 2$ мгом, емкость конденсатора $C_2 - 0,02 - 0,3$ мкф.

Если в приемнике имеется один регулируемый каскад усиления, то цепь сетки присоединяется непосредственно к фильтру $R_2 C_2$. Если же в радиоприемнике несколько регулируемых каскадов, то непосредственное присоединение всех сеточных контуров к R_2, C_2 может вызвать возникновение паразитных колебаний. Поэтому во все цепи сеток вводят развязывающие фильтры с величиной сопротивления $R \approx \approx 0,1$ мгом и емкостью конденсатора $C \approx 0,01$ мкф.

Основной недостаток системы простой автоматической регулировки чувствительности заключается в том, что регулирование, т. е. подача добавочного смещения, начинается уже при приеме слабых сигналов. В результате сила приема даже слабо слышимой станции значительно ослабляется. Поэтому в современных приемниках применяется более усовершенствованная система автоматической регулировки чувствительности — задержанная.

Особенность этой системы заключается в том, что при слабых сигналах автоматическая регулировка чувствительности не работает и радиоприемник обладает максимальной чувствительностью. Только после того, как напряжение сигнала на детекторе будет больше некоторой величины, автоматическая регулировка чувствительности начнет работать и регулировать силу приема.

Минимальное напряжение, при котором начинает работать автоматическая регулировка чувствительности, называется напряжением задержки.

На рис. 149 приведена схема «задержанного» автоматического регулятора чувствительности. При такой схеме необходимо иметь два де-

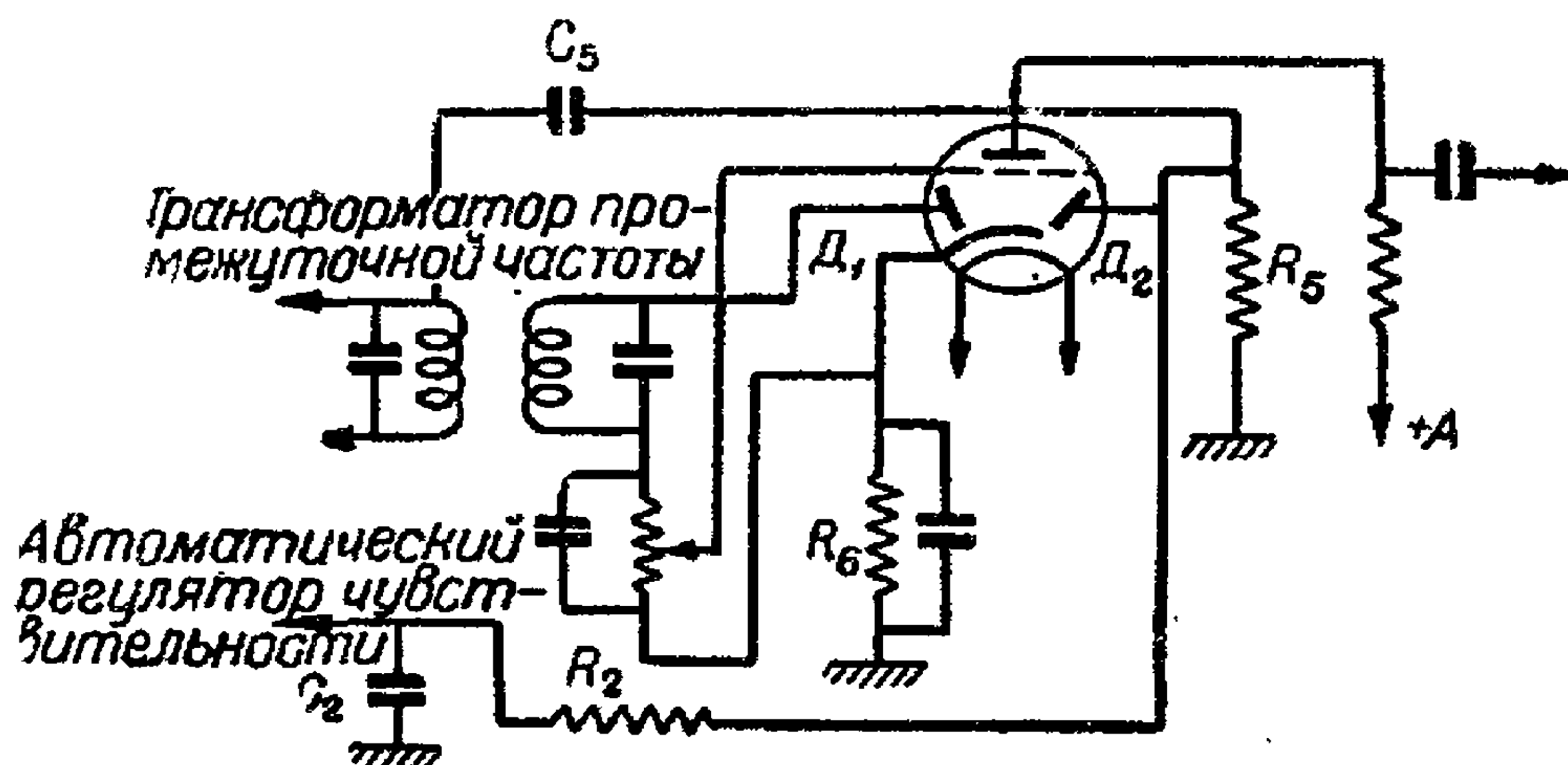


Рис. 149. Схема «задержанного» автоматического регулятора чувствительности.

тктора — один для детектирования сигналов, другой для автоматической регулировки чувствительности. Автоматическую регулировку чувствительности в этой схеме выполняет диод D_2 . На него подается напряжение с трансформатора промежуточной частоты через конденсатор C_5 . Напряжение задержки подводится к диоду с таким расчетом, чтобы к катоду оказался присоединенным положительный полюс источ-

ника смещения. Отрицательное напряжение попадает на анод через сопротивление R_5 , являющееся для диода нагрузочным.

Если сигнал отсутствует или при такой его величине, когда его напряжение на аноде автоматического регулятора чувствительности не превышает задерживающего напряжения, анод диода оказывается под отрицательным потенциалом по отношению к катоду и через нагрузочное сопротивление R_5 ток протекать не будет. При сильных же сигналах, напряжение которых превосходит напряжение задержки, ток по цепи пройдет и создаст некоторое падение напряжения на R_5 . Это напряжение через сглаживающий фильтр $R_2 C_2$ и далее через развязывающие фильтры подается на сетки регулируемых ламп.

Напряжение задержки снимается с сопротивления R_6 , включенного в цепь катода лампы. Это сопротивление служит также и для смещения на сетку триодной (или пентодной) части лампы.

Напряжение смещения обычно бывает $1 \div 2$ в, что иногда недостаточно для получения напряжения задержки. В этих случаях можно в катод лампы включить два сопротивления последовательно, напряжение смещения снимать с одного сопротивления, а напряжение задержки — с обоих сопротивлений.

Величину нагрузочного сопротивления R_5 выбирают от 0,4 до 0,5 мгом.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ СМЕЩЕНИЕ

На управляющие сетки большинства ламп для нормальной работы без сеточных токов требуется подача отрицательного напряжения (или смещения). Это напряжение смещения подается или от отдельного источника тока (батарея, аккумулятор), или получается автоматически в результате использования падения напряжения на сопротивлении, включенном последовательно в анодную цепь (рис. 150, а).

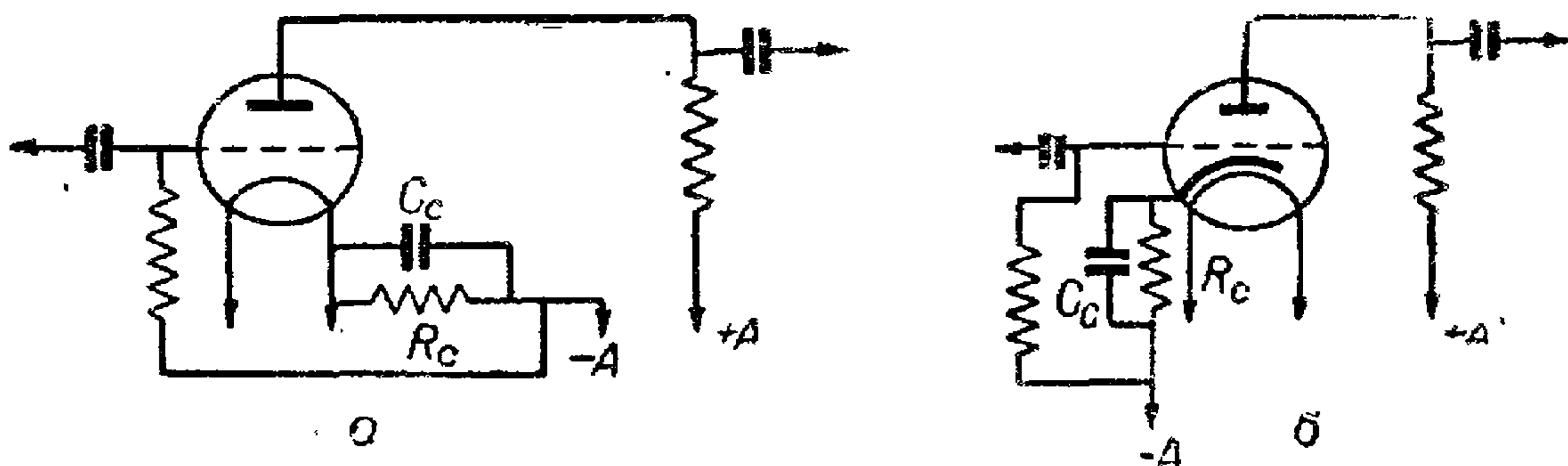


Рис. 150. Схемы получения автоматического смещения.

В подогревных лампах сопротивление автоматического смещения включается в анодную цепь каждой лампы в отдельности (рис. 150, б) или же в общий минусовый провод анодного тока.

В лампах прямого накала сопротивление смещения включается в участок анодной цепи, общий для всех ламп радиоприемника.

Сопротивление смещения находят по формуле:

$$R_c = \frac{E_g}{I_0} \quad (11,71)$$

где I_0 — ток (в а) покоя одной или нескольких ламп (в зависимости от схемы).

Сопротивление смещения всегда шунтируется конденсатором с тем, чтобы переменная составляющая анодного тока замыкалась этим конденсатором.

Расчет емкости C_c производится для наименьшей рабочей частоты f_n в каскаде.

В усилителях высокой частоты емкость конденсатора C_c может быть небольшой (несколько десятков тысяч микрофарад). Для каскадов, где имеется звуковая частота (каскады усиления низкой частоты, детекторные каскады), величина емкости C_c может примерно быть определена из выражения:

$$C_c = \frac{1,5}{f_n R_c} \phi. \quad (11,72)$$

Пример. Из расчета каскада усиления низкой частоты известно, что ток покоя лампы равен 25 ма при напряжении смещения $E_g = 40$ в. Наименьшую частоту f_n принимаем равной 100 ги.

Расчет. 1. Находим величину сопротивления R_c смещения:

$$R_c = \frac{E_g}{I_0} = \frac{40}{0,025} = 1600 \text{ ом.}$$

2. Емкость конденсатора равна:

$$C = \frac{1,5}{f_n R_c} = \frac{1,5}{100 \cdot 1600} = 9,4 \cdot 10^{-6} \phi = 9,4 \text{ мкф.}$$

РАЗВЯЗЫВАЮЩИЕ ЦЕПИ

Развязывающие цепи применяются для устранения паразитной обратной связи через цепи питания, возникающей при питании анодных и сеточных цепей от одного источника тока.

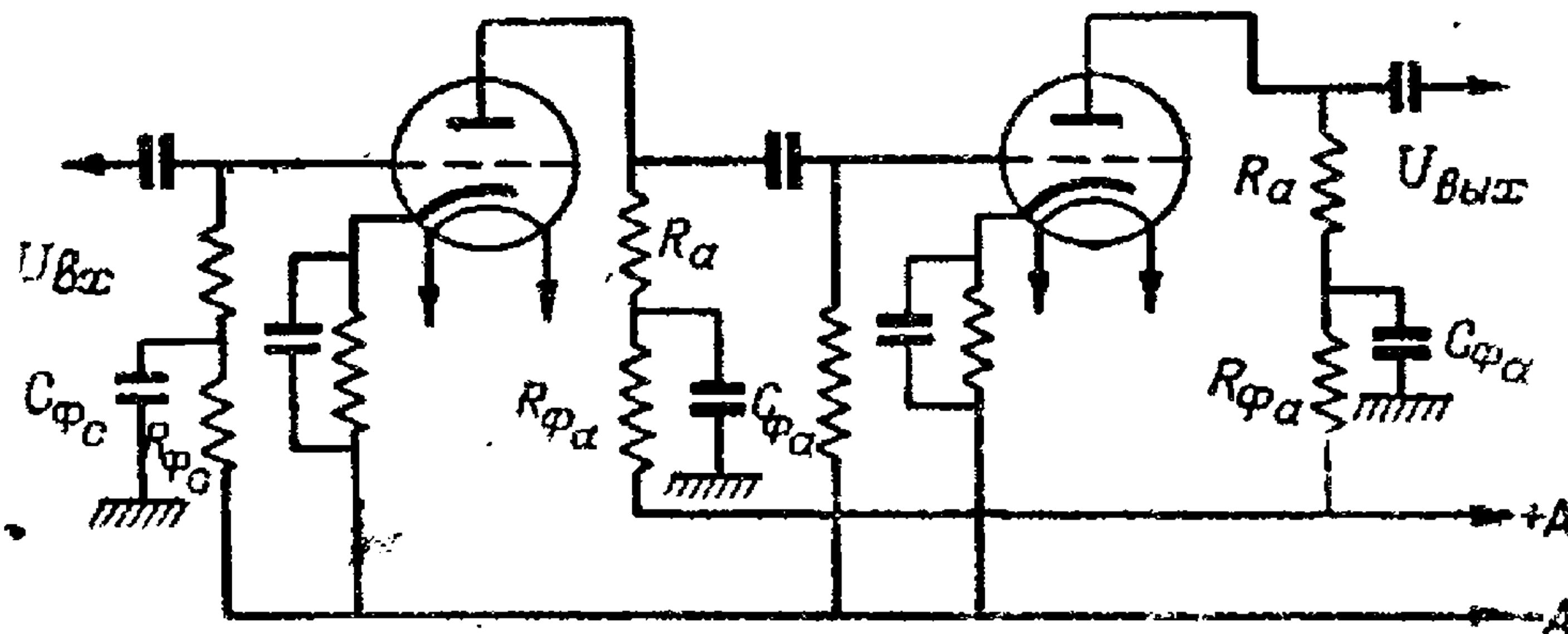


Рис. 151. Схема включения развязывающих фильтров.

Самовозбуждение может появиться за счет влияния последующих каскадов усиления на предыдущие каскады или вследствие связи анодной и сеточной цепи одного каскада. В частности это бывает при подаче сеточного смещения от сопротивления, включенного в анодную цепь. Это сопротивление, входя одновременно в анодную и сеточную цепь, является звеном, связывающим обе эти цепи.

В многоламповых приемниках принимают специальные меры для устранения такой паразитной связи. Для этого анодная и сеточная цепи каждого каскада отделяются фильтром, состоящим из сопротивления R_{ϕ} и емкости C_{ϕ} (рис. 151), препятствующим проходу переменных составляющих тока в общие цепи питания.

Величину сопротивления R_{ϕ_c} и емкости C_{ϕ_c} в каскадах усиления высокой частоты и в каскадах усиления низкой частоты можно подобрать опытным путем. Ориентировочно $R_{\phi_c} = 0,5 \div 1$ мгом, $C_{\phi_c} = 0,01 \div 0,5$ мкф.

При расчете сопротивления анодного фильтра R_{ϕ_a} необходимо исходить из того положения, что чем больше сопротивление «развязки» R_{ϕ_a} , тем лучше будет фильтрация. Однако с увеличением R_{ϕ_a} напряжение на аноде лампы будет уменьшаться.

Таким образом, зная необходимое напряжение на аноде лампы E_a , анодный ток I_0 и напряжение батареи, можно определить наибольшую величину сопротивления R_{ϕ_a} для данных конкретных условий.

Величина емкости — C_{ϕ_a} должна быть тем большей, чем меньше величина сопротивления R_{ϕ_a} .

При заданной величине сопротивления фильтра R_{ϕ_a} для усилителя низкой частоты и для детекторного каскада емкость C_{ϕ_a} можно найти по формуле:

$$C_{\phi_a} = \frac{5}{f_n R_{\phi_a}} \phi, \quad (11,73)$$

где f_n — низшая частота звукового диапазона.

Для каскадов усиления высокой частоты величину емкости C_{ϕ_a} можно принять от 0,01 до 0,25 мкф.

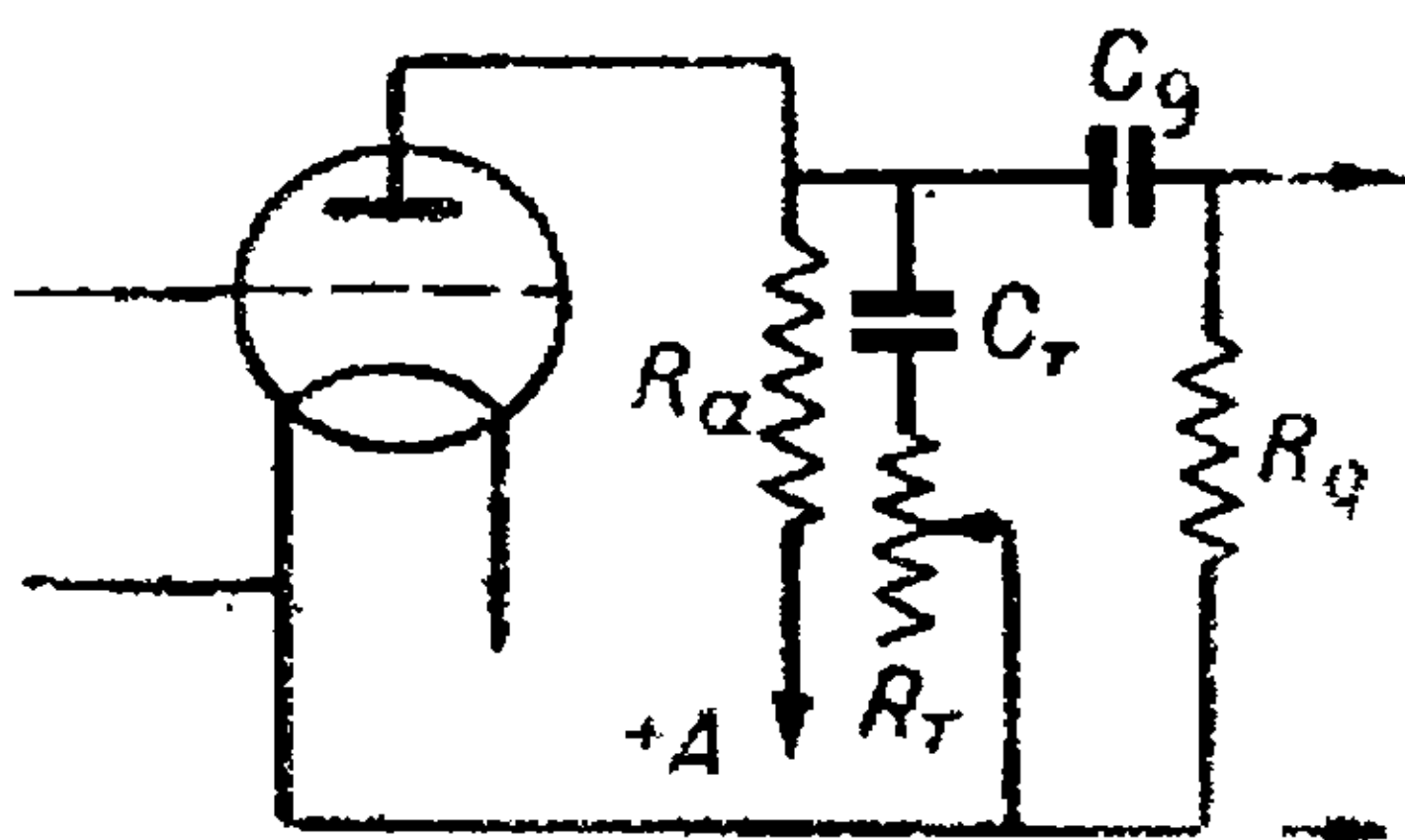


Рис. 152. Схема включения регулятора тона.

РЕГУЛИРОВКА ТОНА

Регулировка тона применяется для поднятия усиления на некоторых частотах звукового диапазона или для уменьшения усиления на других частотах.

Чаще всего регуляторы тона применяют для срезания высоких частот. В этом случае регулятор тона состоит из емкости и сопротивления включен-

ных последовательно. Для регулировки тона сопротивление делается переменным (рис. 152).

Сопротивление R_T берется от 3 до 4 R_g , а емкость C_T — в 5—8 раз меньше емкости C_g .

Расчет данных сопротивления R_g и емкости C_g приведен в разделе «Усилители низкой частоты».

ОПТИЧЕСКИЙ ИНДИКАТОР НАСТРОЙКИ

Оптический индикатор настройки, или, как его часто называют, «магический глаз», служит для оптической настройки радиоприемника.

На рис. 153 приведена одна из схем включения оптического индикатора, использующего лампу типа 6Е5.

При отсутствии сигнала, а значит и при отсутствии отрицательного напряжения на сетке, подаваемого от автоматического регулятора чувствительности, через лампу протекает анодный ток, создающий падение напряжения на сопротивлении R . Поэтому напряжение на аноде будет меньше, чем напряжение на экране, и возле управляющего электрода образуется темный сектор.



Рис. 153. Схема включения оптического индикатора: 1 — светящийся экран; 2 — управляющий электрод.

При появлении сигнала начинает работать автоматический регулятор чувствительности, вследствие чего на сетку лампы подается отрицательное напряжение. Анодный ток уменьшается, уменьшается и падение напряжения на сопротивлении R . Поэтому потенциал управляющего электрода приближается к потенциалу экрана, и темный сектор будет сужаться.

При обычном анодном напряжении, применяемом в радиоприемниках с питанием от сети (т. е. $E_6 = 250$ в), сопротивление R должно быть около 1 мгом.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ МОЩНОСТЕЙ, НАПРЯЖЕНИЙ И ТОКОВ В ДЕЦИБЕЛАХ И НЕПЕРАХ¹

Часто возникает необходимость сравнивать между собой мощности усилителей низкой частоты и других устройств в децибелах, определять, какому количеству децибел соответствует данное изменение мощности в ваттах или же, наоборот, по заданному числу децибел определять, на сколько watt должна быть изменена мощность. Столь же часто возникает необходимость определять уровни мощности в децибелах или неперах.

¹ Децибел — одна десятая бела. Бел — единица разности уровней мощности, равная разности уровней двух мощностей, десятичный логарифм которых равняется единице.

$$N_{дб} = 10 \cdot \lg \frac{P_2}{P_1} = 20 \cdot \lg \frac{U_2}{U_1}$$

Непер — натуральный логарифм отношения напряжений или токов (при неизменном нагрузочном сопротивлении) или половина натурального логарифма отношения мощностей при том же сопротивлении.

Для быстрого определения уровней, сравнения различных мощностей, равно как и для обратного перехода от децибел к мощностям, служит график, помещенный на рис. 154.

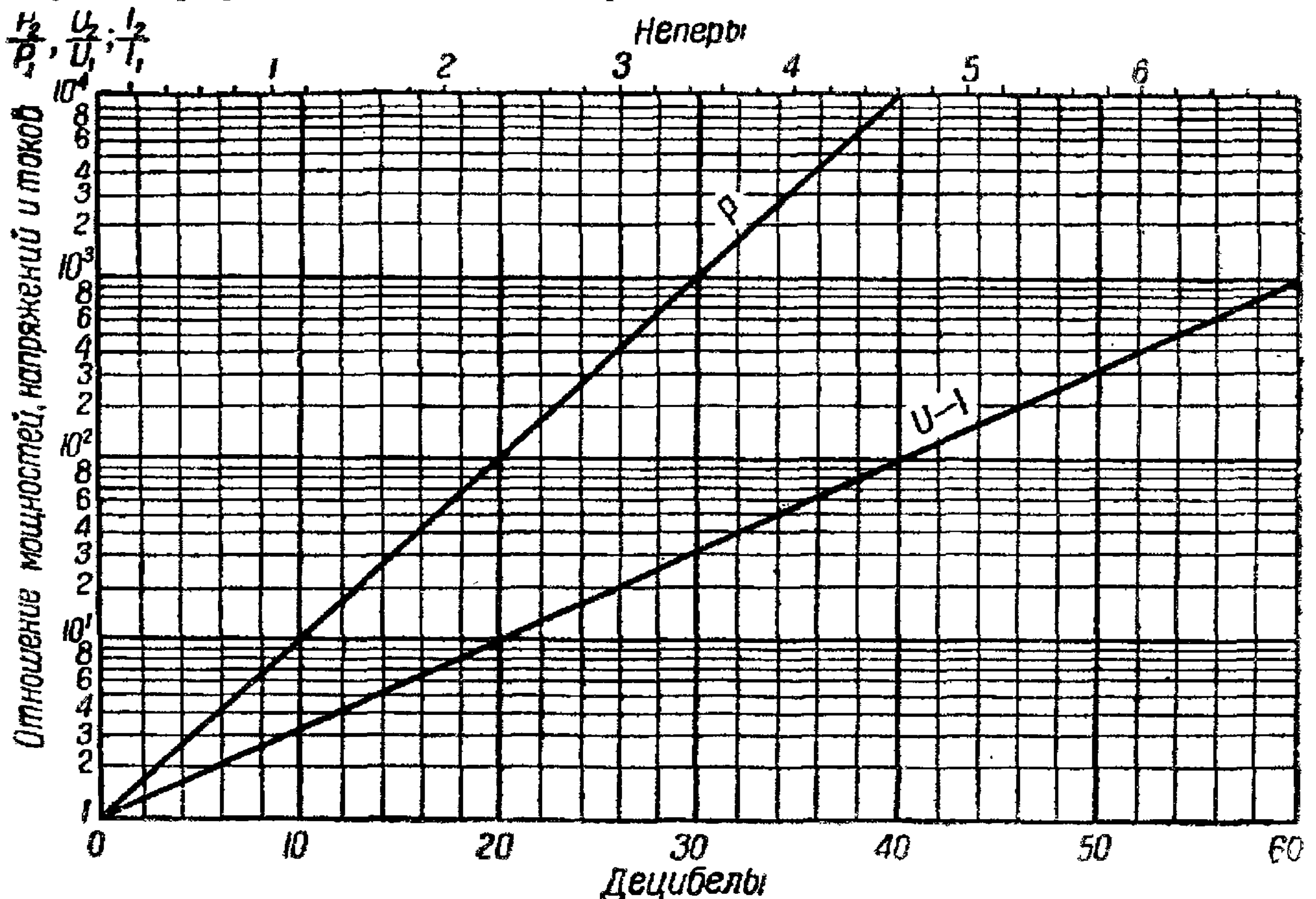


Рис. 154. Номограмма для определения отношения мощностей, напряжений и токов в децибелах и неперах.

Пример 1. На вход усилителя подается напряжение 0,5 в. Получаемое из выходе этого усилителя напряжение равно 30 в. Чему равно его усиление в децибелах?

Решение. Определяем, чему равно отношение напряжений усилителя (выходного к входному):

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{30}{0.5} = 60.$$

По левой вертикальной шкале «Отношение мощностей, напряжений и токов» находим горизонталь, соответствующую полученному числу 60, и ищем на нижней шкале «Децибелы» точку пересечения этой горизонтальной с линией графика $U-I$. Точка пересечения горизонтальной линии $\frac{U_2}{U_1} = 60$ с линией $U-I$ дает на шкале «Децибелы» ответ. Усиление данного усилителя равно 35,8 дб.

Пример 2. Необходимо изготовить усилитель, дающий усиление при работе от пьезо-кристаллического адаптера в 34 — 35 дб. Известно, что адаптер подает на вход усилителя напряжение около 1 в. Какое напряжение должно быть на выходе данного усилителя?

Решение. На нижней, горизонтальной шкале «Децибелы» находим точку, соответствующую 34 дб, и определяем, какому отношению напряжений (по левой вертикальной шкале) соответствует пересечение этой точки с линией графика $U-I$.

По графику получается, что для данного примера (отношение $\frac{U_2}{U_1} = 50$) напряжение на выходе усилителя должно быть равным 50 в.

Таким же порядком можно получить необходимые данные и по отношениям токов (пользуясь той же линией графика $U-I$) и по отношениям мощностей, пользуясь специальной линией P .

ПИТАНИЕ РАДИОПРИЕМНИКОВ

ПИТАНИЕ РАДИОПРИЕМНИКОВ ОТ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И БАТАРЕЙ

Всякий ламповый радиоприемник для своей работы требует наличия источников питания. Эти источники питания должны давать электрический ток для накала нитей радиоламп и для питания анодных и сеточных цепей.

Источниками питания радиоприемников могут быть гальванические элементы, аккумуляторы и электросеть переменного или постоянного тока.

Использование гальванических элементов или аккумуляторов для питания радиоприемников целесообразно в местностях, не имеющих электросети, или там, где электростанция работает ограниченное время. Если же имеется электросеть, рациональнее всего для питания радиоприемника использовать ее.

Радиоприемники с питанием от электросети называют сетевыми радиоприемниками, или радиоприемниками с питанием от сети.

Средний любительский радиоприемник имеет 3—4 радиолампы. Даже если в радиоприемнике работают малогабаритные радиолампы — и то для накала приемника потребуется ток 0,5—0,7 а. Этот ток должен потребляться радиоприемником в течение нескольких часов подряд. При этом напряжение, развиваемое на зажимах батареи накала, все время не должно уменьшаться ниже определенного минимума, обеспечивающего нормальный режим работы приемника.

Таким образом, первое требование, предъявляемое к батарее накала, — это постоянство напряжения, развиваемого батареей накала в процессе работы приемника.

Вторым условием является обеспечение питания радиоприемника в течение более или менее продолжительного времени. Для этого используют элементы достаточно большой емкости или соединяют гальванические элементы параллельно или по смешанной схеме.

Анодные цепи радиоприемника потребляют значительно меньше тока, чем цепи накала. Например, лампа типа СБ-242 из серии малогабаритных на накал потребляет ток, равный 160 ма, а для питания ее анодной цепи требуется всего 4,3 ма. Таким образом, для питания анодных цепей радиоламп нет необходимости в применении батарей большой емкости.

Однако, анодная батарея должна развивать на своих зажимах значительно большее напряжение, чем батарея накала. Так, например, для той же лампы типа СБ-242 напряжение накала должно быть 2 в, а напряжение анодной батареи — 120 в. Такое большое напряжение можно получить при последовательном включении гальванических элементов между собой.

Фабричные гальванические элементы для батарей накала

Наша промышленность выпускает большой ассортимент гальванических элементов и батарей, предназначенных для питания радиоприемников. В табл. 58 приведены данные элементов, пригодных для питания накала ламп радиоприемников.

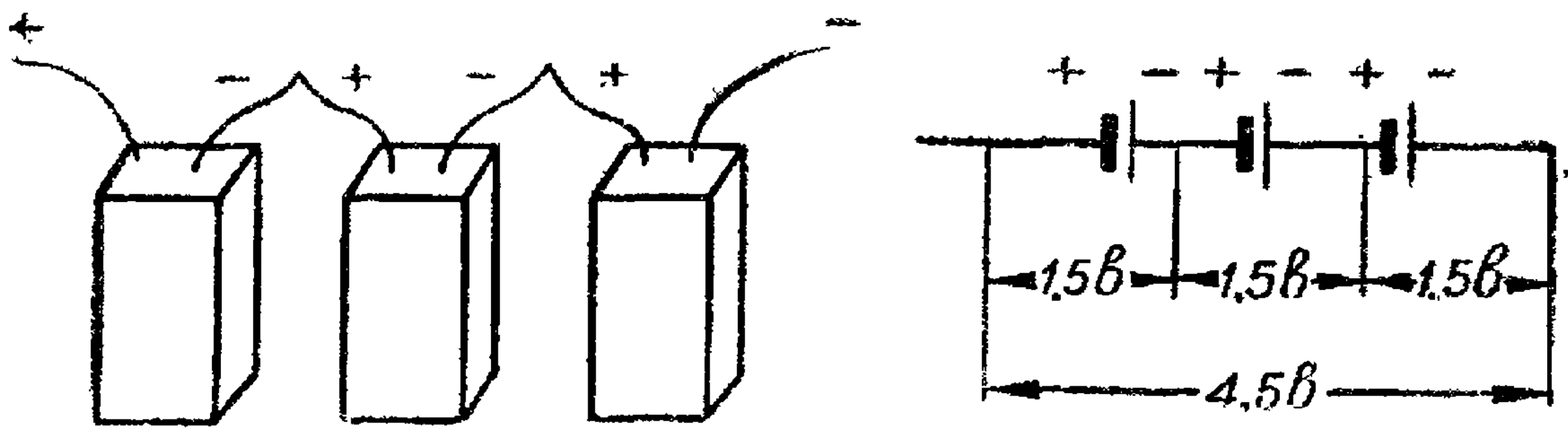


Рис. 155. Схема последовательного соединения гальванических элементов.

Элементы с воздушной деполяризацией выпускаются промышленностью в готовом виде, пригодными к эксплуатации. Перед включением этих элементов в цепь для работы необходимо из отверстий, имеющих в верхней части элемента, вынуть пробки. Вливать в эти отверстия воду или какой-либо электролит ни в коем случае не следует.

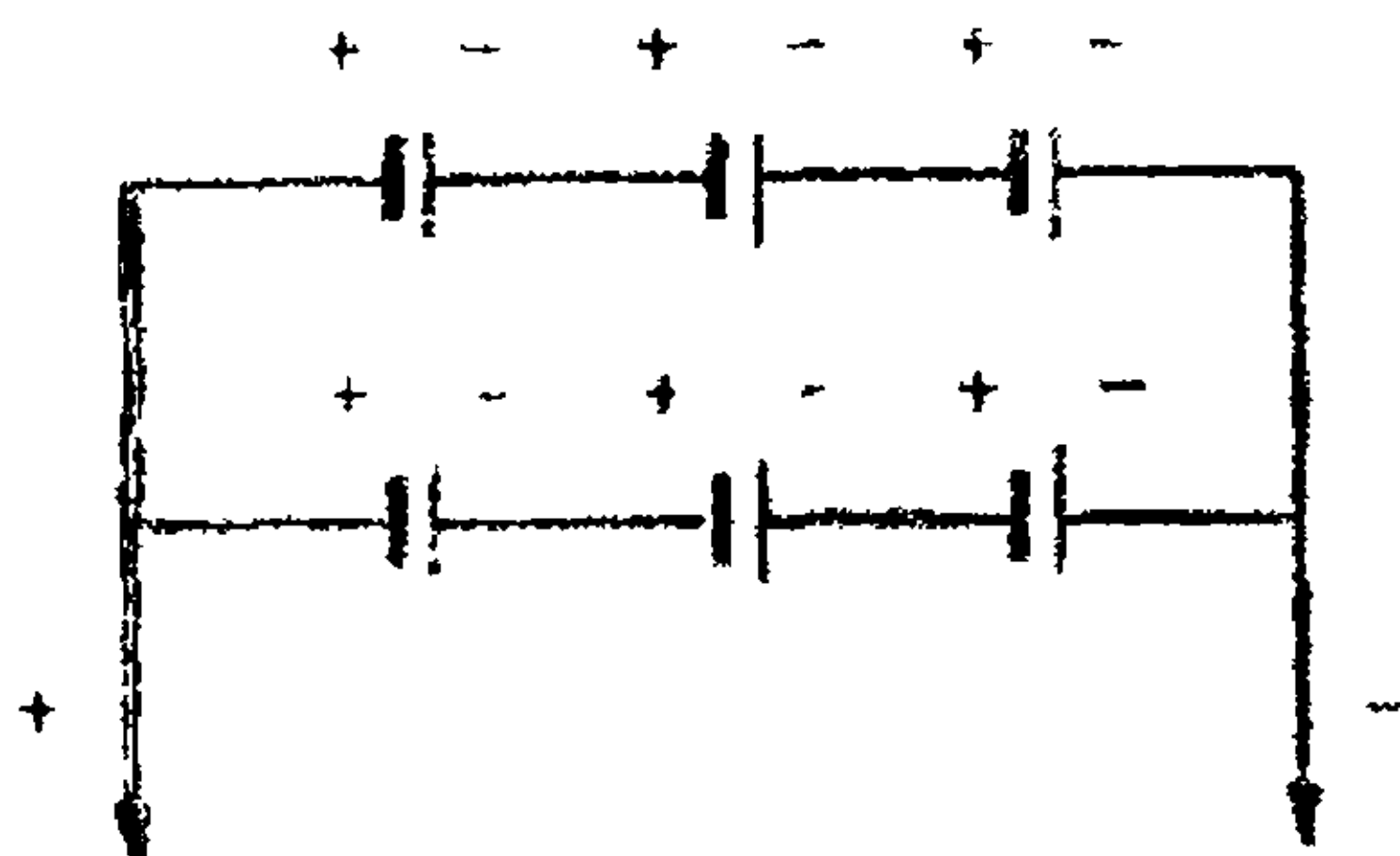


Рис. 156. Схема смешанного соединения гальванических элементов.

Чтобы собрать батарею накала, отдельные элементы соединяют последовательно, как это показано на рис 155. При этом общая э.д.с. батареи будет равна сумме э.д.с. всех последовательно включенных элементов.

$$E_6 = E_1 + E_2 + E_3 \dots \quad (12,1)$$

Однако такое включение элементов будет рациональным только в том случае, если потребление электрического тока будет небольшим, например при приемнике, имеющем 1 — 2 лампы.

В тех случаях, когда потребление тока велико, что бывает при многоламповых радиоприемниках, или в случае использования гальванических элементов небольшой емкости, например типа ЗСЛ-30, прибегают к схеме параллельного или смешанного соединения элементов (рис. 156).

При смешанном соединении элементов общая емкость батареи будет равна сумме емкостей параллельно включенных групп элементов.

Схема смешанного соединения элементов создает более легкий режим работы каждого элемента, что увеличивает емкость батареи и срок ее службы.

Регулирование тока накала ламп

Современные радиолампы, применяемые в приемниках и имеющие активизированные катоды, обладают большой чувствительностью к перекалу нити. Небольшой перекал нити лампы значительно сокращает срок службы лампы. Так, например, перекал батарейных ламп на 10% сокращает срок службы лампы вдвое.

Поэтому при питании накала радиоприемника от гальванических элементов или аккумуляторов возникает необходимость в приспособлении, дающем возможность поддерживать напряжение накала постоянным. Это вызывается также и тем, что элементы, включенные на работу, с течением времени снижают напряжение на своих зажимах.

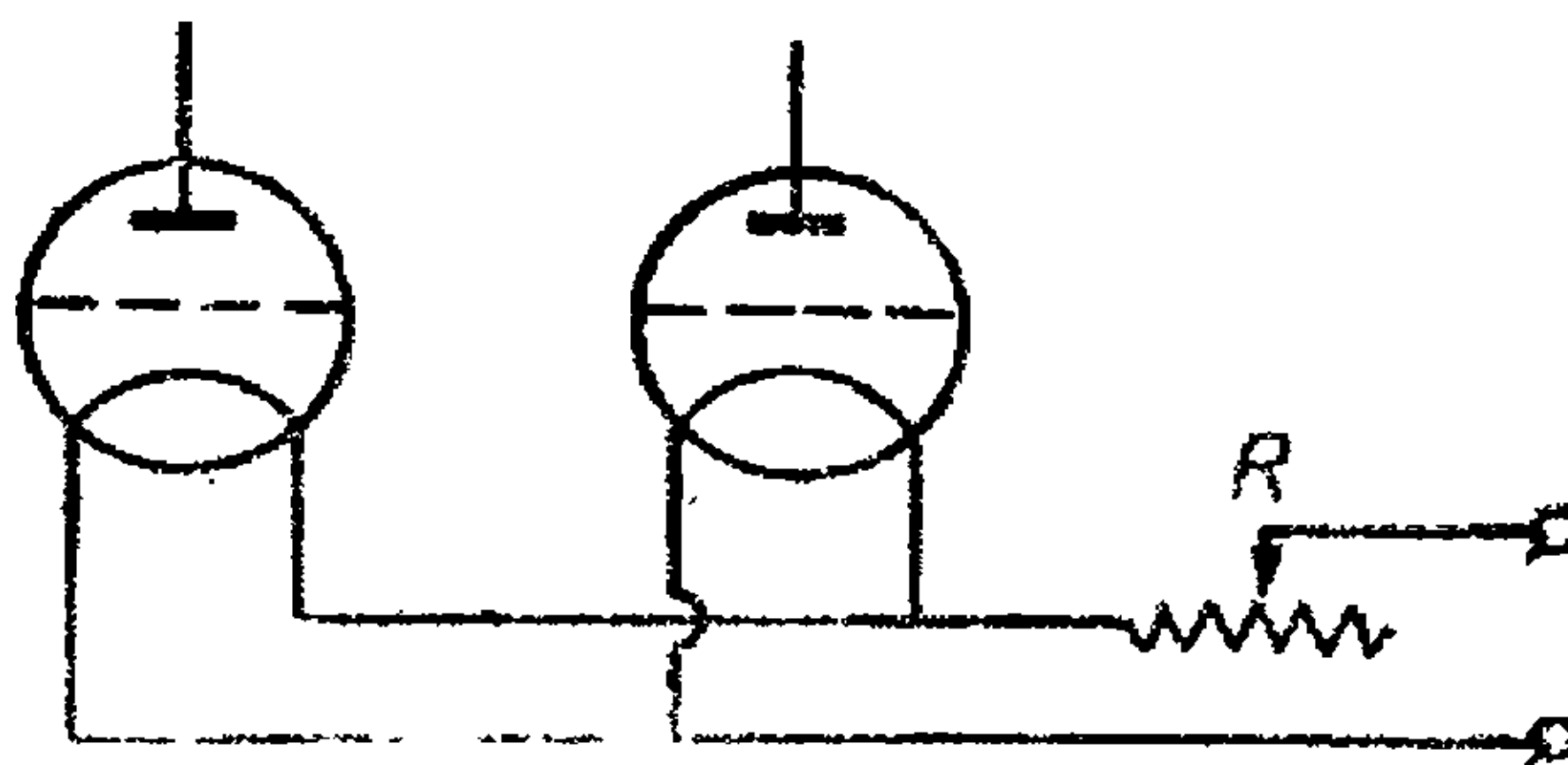


Рис. 157. Схема включения реостата накала.

Поэтому первоначальное напряжение батареи выбирают с запасом, а избыток напряжения гасится в реостате накала, включаемого в цепь накала ламп последовательно (рис. 157).

Чтобы иметь возможность регулировать ток накала лампы, реостаты накала изготовляют в виде переменных сопротивлений.

В процессе работы батареи накала, по мере того, как напряжение батареи накала будет «садиться», сопротивление реостата постепенно выводится и, таким образом, напряжение накала ламп поддерживается все время постоянным.

Для расчета сопротивления реостата накала необходимо знать: напряжение накала ламп, напряжение источника тока и ток накала всех ламп, проходящий через реостат.

Расчет величины сопротивления реостата накала производят по формуле:

$$R = \frac{E_6 - U_f}{I_f} \quad (12,2)$$

где: R — сопротивление реостата (в ом); E_6 — напряжение батареи накала (в в); U_f — напряжение накала ламп (в в); I_f — ток, идущий через реостат.

Пример. Рассчитать величину сопротивления реостата, если батарея накала состоит из двух элементов типа БНС-100, включенных между собой последовательно, а радиоприемник имеет три лампы: одну типа СБ-242, вторую — типа СБ-241 и третью — типа СБ-244.

Основные данные гальванических элементов и батарей, выпускаемых

Типы элементов и батарей	Назначение	Число элементов в батареях
БАС-80-У-1	Анодная сухая	60
БАС-80-Х-1 (ГАФ)	" "	60
БАС-80-Л-0,9 (РУФ)	" "	60
БАС-60-У-0,5 (ГАФ)	" "	40
БАС-60-Х-0,5 (ГАФ)	" "	40
БАС-Г-60-Х-1,3 (ГАФ)	" "	42
БС-70	" "	50
БАСГ-СА-45	Галетного типа	30
БГ-4,5	" "	3
ГБ-300	" "	200
БСМВД-45	Сухая с марганцево-воздушной де- поляризацией	36
ЗСЛ-30 (РУФ)	Гальванический элемент для теле- фонных и телеграфных аппаратов	1
ЗСХ-30 (РУГАФ)	То же	1
ЗСУ-30 (РУГАФ)	" "	1
ЗВ (РУФ)	" "	1
ЗСМВД	Сухой элемент с марганцево-воз- душной деполяризацией	1
6СМВД	То же	1
БНС-100	Батарея накальная сухая	12
ЭЧ	Элемент для электрических часов .	1
В-72 № 2	Специальная	48
Б-30 № 4	"	20
Б2С-45	Сухая батарея из элементов 2С . .	35
КСХ-3 "Сатурн"	Элемент круглый для карманного фонаря	1
КБС-Х-0,55	Карманная батарея сухая	3
КБС-Л-0,35	То же	3

Таблица 58

заводами Министерства промышленности средств связи

Электрические характеристики					Срок хранения	Емкость в конце срока хранения (в а-ч)
начальная э. д. с. (в в)	начальное напряжение (в в)	номинальный разрядный ток (в ма)	начальная емкость (в а-ч)	предельное напряжение (в в)	(в месяцах)	
104	102	15	1,05	60	15	0,7
104	102	13	1,05	60	15	0,7
94	92	15	0,85	60	10	0,65
70	68	15	0,50	40	10	0,3
70	68	15	0,5	40	10	0,3
74	71	15	1,3	40	12	0,95
75	73	20	7,0	35	10	4,9
48	46	13	0,8	30	7	0,56
4,7	4,2	400	1,0	2	6	0,7
—	320	1	0,05	210	6	0,04
50	48	20	10	30	8	8
1,5	1,42	140	30	0,7	18	22,5
1,65	1,6	160	30	0,7	18	22,5
1,65	1,6	160	30	0,7	18	24
1,5	1,42	140	27	0,7	9*	27
1,4	1,35	60	45	0,7	9	23
1,4	1,3	250	150	0,7	9	110
1,54	1,5	150	100	0,7	10	70
1,6	—	—	—	1,3	12	—
72	70	170	3	0,7	9	2
30	28	50	13	0,7	12	10
47	45	20	8	25	10	6
1,75	1,55	—	2,5	0,7	8	1,75
4,8	3,7	—	0,55	2	6	0,35
4,5	3,5	—	0,35	21	4	0,23

* Сохранность незалитого элемента — 3 года.

Решение. Указанные радиолампы относятся к серии двухвольтовых, т. е. малогабаритных ламп, требующих напряжения накала, равного 2 V.

Из табл. 58 находим, что э.д.с. элемента типа БНС-100 равна 1,5 V.

По формуле (12,1) определяем напряжение батареи:

$$E_{\Sigma} = 1,5 + 1,5 = 3 \text{ V.}$$

Из данных радиоламп определяем ток для каждой из них: для лампы СБ-241 ток накала будет 0,125 A, для лампы СБ-242 — 0,160 A, а для лампы СБ-244 — 0,185 A.

Так как нити накала ламп между собой включены параллельно, то общий ток, идущий на накал ламп приемника, будет равен сумме токов накала всех ламп, т. е.

$$I_f = 0,125 + 0,160 + 0,185 = 0,47 \text{ A.}$$

Подставив наши данные в формулу (12,2), получим

$$R = \frac{3 - 2}{0,47} = 2,12 \text{ Ом.}$$

Обычно для реостатов накала используют провода с большим удельным сопротивлением, например: никелин, константан, манганин, нихром и др. В табл. 59 приведены данные для выбора диаметра провода, применяемого в реостатах по заданному току, идущему через реостат. Однако данные таблицы не всегда совпадают с диаметрами проводов, выпускаемых заводами. Поэтому при определении диаметра провода реостата, при незначительных расхождениях между табличными данными и имеющимся проводом последний можно использовать без всякого ущерба.

Таблица 59

Допустимая нагрузка проводов с большим удельным сопротивлением

Ток (в A)	Диаметр провода (в мм)			
	Никелин	Манганин	Константан	Нихром
0,1	0,18	0,18	0,16	0,16
0,2	0,25	0,25	0,22	0,22
0,3	0,31	0,31	0,28	0,28
0,4	0,36	0,36	0,32	0,32
0,5	0,4	0,4	0,35	0,35
0,6	0,44	0,44	0,4	0,4
0,7	0,47	0,47	0,42	0,42
0,8	0,5	0,5	0,45	0,45
0,9	0,55	0,55	0,47	0,47
1	0,58	0,58	0,5	0,5
1,5	0,7	0,7	0,61	0,61
2	0,8	0,8	0,72	0,72
2,5	0,9	0,9	0,8	0,8

Если в нашем распоряжении имеется никелиновый провод, то ближайшим большим диаметром для нашего примера, при условии, что ток, идущий через реостат, равен $0,47 \text{ а}$, будет никелин диаметром $0,4 \text{ мм}$ (см. табл. 59).

Для определения длины провода реостата пользуемся формулой

$$l = \frac{Rq}{\rho}, \quad (12,3)$$

где: l — длина провода (в м); R — сопротивление реостата (в ом); q — площадь поперечного сечения провода (в мм^2); ρ — удельное сопротивление провода.

Удельное сопротивление для реостатных проводов, применяемых в радиоловительской практике, можно найти из табл. 5 (см. главу «Проволока и сопротивление»).

Определим длину провода для нашего примера. Для этого подставив в формулу (12,3) известные нам значения, получим:

$$l = \frac{2,12 \cdot 0,126}{0,4} = 0,66 \text{ м} = 66 \text{ см.}$$

Здесь $0,126$ — площадь поперечного сечения для провода диаметром $0,4 \text{ мм}$.

Таким образом, для нашего примера реостат должен быть намотан из никелиновой проволоки диаметром $0,4 \text{ мм}$, причем длина проволоки должна быть 66 см .

Фабричные анодные батареи

Наша промышленность выпускает различные батареи, пригодные для питания анодных цепей любого радиоловительского приемника, включая и многоламповые (табл. 58).

Для более точного подбора необходимого напряжения указанные выше батареи имеют выводы:

батарея БАС-60	имет	выводы	от	40	и	60	в,
»	БАС-80	»	»	60,	80	и	90
»	БАС-70	»	»	52,	63	и	75

Если требуемое анодное напряжение превышает э.д.с. одной батареи, тогда две или больше батарей соединяют последовательно. В этом случае общее напряжение батареи будет равно сумме напряжений всех батарей, включенных последовательно.

ПИТАНИЕ РАДИОПРИЕМНИКОВ ОТ АККУМУЛЯТОРОВ

Если имеется возможность заряжать аккумуляторы, весьма экономично, несмотря на первоначальную затрату средств, питать радиоприемник от аккумуляторов.

Для питания радиоприемников применяются свинцовые (кислотные) и железоникелевые (щелочные) аккумуляторы.

Для увеличения емкости пластины кислотных аккумуляторов отливаются из свинца не сплошными, а в виде решеток. Отверстия этих

решеток заполняются активной массой, состоящей из окисей свинца. Отрицательных пластин в аккумуляторе обычно на одну больше, чем положительных.

Электролитом в кислотных аккумуляторах служит раствор серной кислоты.

Заводы выпускают аккумуляторы без электролита. Поэтому перед тем, как аккумулятор ставить на зарядку, его необходимо залить электролитом. Электролит можно приготовить, как указано ниже (стр. 263).

Один свинцовый аккумуляторный элемент к концу зарядки развивает э.д.с. около 2,7 в. Однако напряжение на зажимах заряженного аккумулятора, включенного на потребитель тока, быстро «садится» до 2 в, после чего это напряжение остается стабильным почти до самого разряда.

Величину рабочего напряжения одного кислотного аккумуляторного элемента принято считать равной 2 в. Таким образом, для радиоприемника, работающего на лампах четырехвольтовой серии, для накала необходимо иметь два аккумулятора, соединенных последовательно.

Если радиоприемник для питания анодных цепей требует анодного напряжения, скажем, 120 в, то анодный аккумулятор должен состоять из $120 : 2 = 60$ банок.

Свинцовый аккумулятор считается разряженным, если напряжение на зажимах одного аккумуляторного элемента снижается до 1,8 в. В этом случае аккумулятор должен быть включен на зарядку.

Необходимо обратить внимание на своевременную зарядку аккумуляторов. Если аккумулятор долго не заряжать, его отрицательные пластины покрываются белым налетом — сульфатируются. При этом аккумулятор теряет свою емкость и нередко совершенно приходит в негодность.

Железо-никелевые аккумуляторы обладают некоторыми преимуществами по сравнению со свинцовыми. Они не боятся коротких замыканий, сотрясений, что особенно важно, если зарядка аккумуляторов производится не на месте, а на зарядных базах. Железо-никелевые аккумуляторы не боятся перегрузок большими токами и могут долгое время стоять без зарядки. По габариту железо-никелевые аккумуляторы при одинаковых емкостях значительно меньше свинцовых.

Однако э.д.с. железо-никелевых аккумуляторов значительно меньше, чем у свинцовых. Рабочее напряжение одного железо-никелевого аккумуляторного элемента равно 1,2 в. Таким образом, если требуемое напряжение накала равно 4 в, батарея накала из железо-никелевых аккумуляторов будет состоять из четырех элементов, соединенных последовательно (излишек напряжения необходимо погасить реостатом накала).

Наша промышленность выпускает железо-никелевые аккумуляторы, специально предназначенные для питания радиоприемников. Для этой же цели выпускаются кадмиево-никелевые аккумуляторы. Аккумуляторы этой серии обозначаются тремя буквами: НКН, что означает — накальный кадмиево-никелевый; аккумуляторы, выпускаемые для питания анодных цепей, обозначаются буквами АНН, что означает — анодный кадмиево-никелевый. После указанных обозначений проставляется цифрами емкость аккумуляторов. Цифры в начале этих обозначений указывают количество аккумуляторных элементов в данной ак-

кумуляторной батарее. Например: тип аккумуляторов 4НКН-45, это означает, что аккумуляторная батарея — накальная кадмиево-никелевая состоит из четырех аккумуляторных элементов емкостью по 45 а-ч.

Щелочные аккумуляторные батареи накала выпускают емкостью 10, 22, 45, 60 и 100 а-ч.

Анодные аккумуляторы выпускают чаще всего емкостью 2,25 а-ч и собирают их батареями по 32, 48 и 64 аккумуляторных элемента, что соответствует напряжению в 40, 60 и 80 в.

Сосуды железо-никелевых аккумуляторов изготавливаются из железа. Электроды таких аккумуляторов представляют собой железные рамки с плоскими коробками из тонкого листового никелированного железа, имеющего много отверстий. Эти плоские коробочки с отверстиями по бокам плотно наполняются активной массой.

Пластины положительных электродов наполняются активной массой из смеси гидрата окиси никеля с графитом, а пластины отрицательных электродов чаще всего заполняются активной массой из смеси губчатого кадмия с железом.

Каждая банка железо-никелевого аккумулятора снабжена герметически завинчивающейся пробкой, защищающей электролит от действия воздуха, в котором имеется углекислый газ, вредно влияющий на электролит.

Электролитом железо-никелевых аккумуляторов служит раствор щелочи — едкого калия или едкого натра. Поэтому железо-никелевые аккумуляторы часто называют щелочными.

Плотность электролита, применяемого в железо-никелевых аккумуляторах, при удельном весе 1,16 — 1,21 равна 20 — 25° по Боме.

К концу заряда э.д.с. одного железо-никелевого аккумуляторного элемента равна 1,4 в. Элемент считается разряженным и требует новой зарядки, если его напряжение падает до 1 в.

В табл. 60 и 61 приведены основные данные свинцовых и щелочных аккумуляторов, выпускаемых заводами Министерства промышленности средств связи.

Зарядка аккумуляторов

Для зарядки аккумуляторов можно использовать любой источник постоянного тока, дающий требуемые напряжения и ток. Можно также заряжать аккумуляторы и от сети переменного тока, выпрямив переменный ток в ток постоянный.

При включении аккумулятора на зарядку необходимо, чтобы плюс аккумулятора был включен на плюс источника тока и, соответственно, минус аккумулятора — к минусу источника тока.

Пolarity источника постоянного тока можно легко определить следующим образом. Если в стакан воды опустить два медных проводника, подключенных к электросети, то один из них очень быстро начнет чернеть и покрываться окисью меди. Этот проводник будет соединен с положительным полюсом источника постоянного тока, а второй проводник — с отрицательным полюсом.

Напряжение электросети или другого источника постоянного тока, применяемого для зарядки аккумуляторов, может быть значительно выше напряжения аккумулятора. Поэтому последовательно с аккумулятором необходимо включить дополнительное сопротивление — реостат — для гашения излишка напряжения.

Основные данные щелочных аккумуляторов и батарей, выпускаемых

Тип	Число аккумуляторов в батарее	Номинальное напряжение (в в)	Нормальный шестичасовой режим заряда		
			ток (в а)	емкость (в а-ч)	наименьшее напряжение заряженной батареи (в в)
32АКН-2,25	32	40	0,56	3,36	41,6
64АКН-2,25	64	80	0,56	3,36	83,2
10НКН-22М	10	12,5	5,5	33	13
17НКН-22	17	21,25	5,5	33	22,1
2НКН-45М	2	2,5	11,25	67,5	2,6
3НКН-45М	3	3,75	11,25	67,5	3,9
4НКН-45М	4	5,0	11,25	67,5	5,2
4НКН-45	4	5,0	11,25	67,5	5,2
5НКН-45	5	6,25	11,25	67,5	5,2
6НКН-45	6	7,5	11,25	67,5	7,8
7НКН-45М	7	8,75	11,25	67,5	9,1
8НКН-45М	8	10	11,25	67,5	10,4
10НКН-45	10	12,5	11,25	67,5	13
17НКН-45	17	21,25	11,25	67,5	22,1
4НКН-60М	4	5	15	90	5,2
5НКН-60	5	6,25	15	90	6,5
7НКН-60М	7	8,75	15	90	9,1
10НКН-60М	10	12,5	15	90	13
4НКН-100	4	5,0	25	150	5,2
5НКН-100М	5	6,25	25	150	6,5
10НКН-100М	10	12,5	25	150	13
10НКН-100	10	12,5	25	150	13
4НКН-10Г	4	5	2,5	15	5,2
4НКН-10с	4	5	2,5	15	5,2
5АКН-10	5	6,25	2,5	15	6,5
АКН-2,25	—	1,25	0,6	3,36	1,3
НКН-10	—	1,25	2,5	15	1,3
НКН-22	—	1,25	5,5	33	1,3
НКН-45	—	1,25	11,25	67	1,3
НКН-60	—	1,25	15	90	1,3
НКН-100	—	1,25	25	150	1,3
Н о р м а л ь н ы й 16 - ч а с о в о й					
2ФКН-8-I	2	2,5	2,3	19,8	2,6
2ФКН-8-II	2	2,5	2,3	19,8	2,6
2ШКН-8	2	2,5	2,3	19,8	2,6

* Высота с борнами.

Таблица 60

заводами Министерства промышленности средств связи

Нормальный восьмичасовой режим разряда			Размеры (в мм)			Вес батареи с электролитом (в кг)
ток (в а)	номинальная емкость, отдаваемая при разряде (в а-ч)	наименьшее напряжение в конце разряда (в в)	длина без ручек	ширина без арматуры	высота	
0,28	2,25	32	525	165	168	142
0,28	2,25	64	525	317	168	28,6
2,75	22	10	465	148	252	21
2,75	22	17	435	285	252	35
5,65	45	2	171	148	252	7,8
5,65	45	3	238	148	252	11,2
5,65	45	4	305	148	252	14,5
5,65	45	4	305	148	252	14
5,65	45	5	372	148	252	17
5,65	45	6	440	148	252	21
5,65	45	7	508	148	252	24
5,65	45	8	575	148	252	26,9
5,65	45	10	707	152	252	33,5
5,65	45	17	640	289	252	53
7,5	60	4	262	170	388	23,5
7,5	60	5	315	170	388	29
7,5	60	7	436	170	388	39
7,5	60	10	600	170	388	56
12,5	100	4	374	178	388	33
12,5	100	5	459	178	388	38,5
12,5	100	10	884	178	388	75
12,5	100	10	884	178	388	—
1,25	10	4	155	89	128*	3,1
1,25	10	4	183	76	128*	3,1
1,25	10	5	190	89	128*	3,84
0,28	2,25	1	20	45	132*	0,33
1,25	10	1	31	80	123*	0,74
2,75	22	1	32	105	213*	1,67
5,65	45	1	53	105	213*	2,72
7,5	60	1	45	128	349*	4,6
12,5	100	1	70	128	349*	6,5
режим разряда						
0,5	8	2,2	65	80	123*	1,45
0,5	8	2,2	32	160	142	1,3
0,5	8	2,2	64	55	173*	—

Таблица 61

Основные характеристики свинцовых аккумуляторов, выпускаемых заводами Министерства промышленности средств связи

Типы батарей и элементов	Назначение	Число элементов в батарее	Номинальное напряжение (в в)	Емкость (в а-ч)	Режим разряда		
					ток (в а)	емкость (в а-ч)	конечное напряжение (в в)
					10-часовой		
РНП-60	Для питания нитей накала ламп	1	2	60	6	60	1,8
2РНП-40	То же	2	4	40	4	40	3,6
2РНП-60	" "	2	4	60	6	60	3,6
2РНП-80	" "	2	4	80	8	80	3,6
3РНЭ-40	" "	3	6	40	4	40	5,4
3РНЭ-60	" "	3	6	60	6	60	5,4
3РНЭ-80	" "	3	6	80	8	80	5,4
					25-часовой		
4ОРАЭ-3	Для питания анодов ламп	40	80	3	0,1	2,5	72
1ОРАС-5	То же	10	20	5	0,16	4	18
1ОРАДАН-5	" "	10	20	5	0,16	4	18
1ОРАДАН-10	" "	10	20	10	0,32	8	18
					10-часовой		
ЗСТМ-80	Аккумуляторные батареи свинцовые	3	6	70	7	70	5,1
ЗСТП-80	То же	3	6	70	7	70	—
ЗСТМ-100	Стартерные	3	6	84	8,4	84	—
ЗСТП-100	"	3	6	84	8,4	84	—
ЗСТП-112	"	3	6	98	9,8	98	—
ЗСТМ-112	"	3	6	98	9,8	98	—
ЗСТЭ-112	"	3	6	98	9,8	98	—
6СТЭ-128	"	6	12	112	11,2	112	—
6СТЭ-144	"	6	12	126	12,6	126	—
					24-часовой		
ЗМТ-20	Мотоциклетные	3	6	20	—	—	—
ЗМТ-14	"	3	6	7	—	—	—
					24-часовой		
АБН-72	Специальные	1	2	72	3	72	1,8

Сопротивление реостата может быть определено по формуле:

$$R = \frac{E_c - E_{ак}}{I_{ак}},$$

где: E_c — напряжение источника тока; $E_{ак}$ — напряжение на зажимах аккумуляторов; $I_{ак}$ — зарядный ток аккумулятора.

Максимально допустимая сила зарядного тока для свинцовых аккумуляторов равна 0,1 емкости аккумулятора; для железо-никелевых аккумуляторов — около 0,25 их емкости.

В процессе зарядки $E_{ак}$ меняется. Напряжение на зажимах разряженного свинцового аккумулятора примерно равно 1,8 в; к концу же зарядки напряжение достигает 2,7 в.

Таким образом, если, например, аккумуляторную батарею емкостью 5 а-ч и напряжением 40 в (т.е. состоящую из 20 аккумуляторных элементов) включить на зарядку, то в начале зарядки напряжение батареи будет:

$$E_{ак} = 20 \cdot 1,8 = 36 \text{ в},$$

а к концу зарядки оно достигнет:

$$E_{ак} = 20 \cdot 2,7 = 54 \text{ в}.$$

Если напряжение электросети равно 110 в, то в начале зарядки сопротивление должно быть

$$R = \frac{E_c - E_{ак}}{0,5} = \frac{110 - 36}{0,5} = 148 \text{ ом},$$

а в конце зарядки

$$R = \frac{E_c - E_{ак}}{0,5} = \frac{110 - 54}{0,5} = 112 \text{ ом}.$$

Из приведенного примера видно, что конструкция реостата должна допускать возможность изменения сопротивления от 112 до 148 ом. Таким является реостат ползункового типа. Можно также использовать и осветительные электролампы. В табл. 62 приводятся некоторые данные для выбора осветительных полуваттных ламп в качестве реостата для зарядки аккумуляторов.

Приведенные в таблице данные величин сопротивлений ламп и тока, потребляемого ими, относятся к случаю, когда лампа накалена и горит полным или почти полным накалом. При недокале сопротивление ламп больше, а ток, потребляемый лампами, будет уменьшаться.

Поэтому при зарядке накальных аккумуляторов, имеющих малое напряжение, например 2, 4 или 6 в, лампа-реостат будет работать при совершенно незаметном недокале, что почти не изменит величины сопротивления лампы. При зарядке же анодных аккумуляторов на лампе-

Таблица 62

Данные осветительных электроламп

Мощность лампы (в <i>вт</i>)	Лампы напряжением 127 в		Лампы на напряжением 220 в	
	сопротивление нити при полном накале (в <i>ом</i>)	ток, потребляемый лампой (в <i>а</i>)	сопротивление нити при полном накале в <i>ом</i>)	ток, потребляемый лампой (в <i>а</i>)
25	610	0,21	1830	0,12
40	385	0,33	1220	0,18
60	255	0,5	820	0,27
75	200	0,63	650	0,34
100	153	0,83	490	0,45
150	100	1,25	325	0,68
200	76	1,67	245	0,9
300	51	2,5	163	1,35
500	30	4,17	98	2,25

реостате будет значительно меньшее падение напряжения, вследствие чего лампа будет работать с большим недокалом, и сопротивление ее будет на много отличаться от величины, приведенной в табл. 62.

При зарядке нескольких аккумуляторов от сети или же при зарядке аккумулятора большой емкости, лампочки накаливания необходимо соединять параллельно. Этим достигается увеличение тока, идущего на зарядку аккумуляторов.

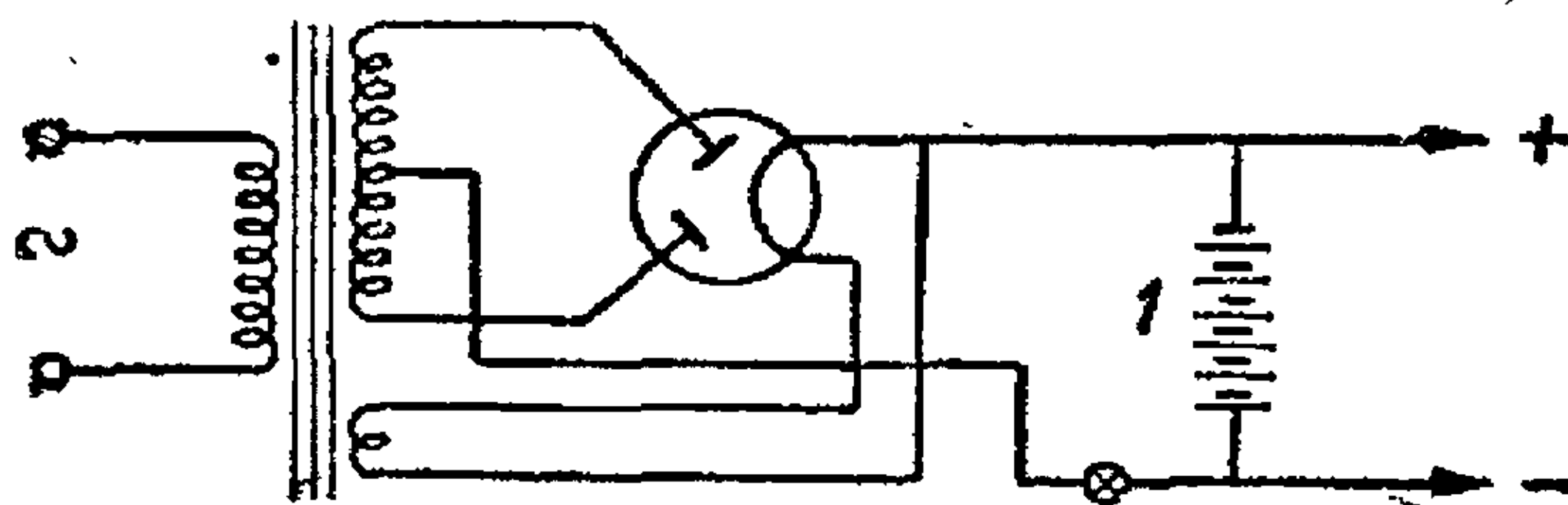


Рис. 158. Схема включения аккумуляторов (буфером): 1 — аккумулятор.

При зарядке аккумуляторов от сети переменного тока обычно пользуются ртутными, купроксными или другими выпрямителями.

Зарядка анодных аккумуляторов в радиолюбительских условиях может быть обеспечена с помощью кенотронных выпрямителей

при условии их достаточной мощности и достаточного напряжения.

Зарядка аккумуляторов может производиться одновременно с их разрядом на потребитель тока. Такая схема называется схемой включения аккумуляторов буфером (рис. 158).

Для контроля силы зарядного тока последовательно с аккумулятором желательно включать амперметр постоянного тока.

Аккумулятор считается заряженным, если начинается бурный процесс выделения водорода. В этом случае говорят, что аккумулятор «кипит». Зарядка аккумулятора заканчивается через 1 — 1,5 часа после начала «кипения».

Составление раствора серной кислоты для заливки кислотных (свинцовых) аккумуляторов

Электролитом для свинцовых аккумуляторов является раствор химически чистой серной кислоты в дистиллированной воде.

Данные о необходимой плотности электролита, силе зарядного и разрядного токов и т. п. всегда указываются в паспорте фабричного аккумулятора. Плотность раствора $1,12 \div 1,21$ или $15 \div 33^\circ$ Боме.

Электролит готовят так. В стеклянный сосуд (банку) с дистиллированной водой тонкой струей наливают серную кислоту. Кислоту нужно наливать небольшими порциями, так как в противном случае раствор может настолько сильно нагреться, что стеклянный сосуд лопнет. Ни в коем случае нельзя при составлении раствора лить воду в серную кислоту, так как при этом кислота начнет бурно кипеть и разбрызгиваться в стороны, что может причинить сильные ожоги.

При составлении раствора жидкость в сосуде нужно все время размешивать стеклянной палочкой и измерять плотность электролита ареометром Боме.

По внешнему виду ареометр напоминает градусник. В зависимости от плотности жидкости он под своей тяжестью больше или меньше погружается в нее. На тонкой части ареометра нанесены деления, обозначающие градусы Боме. Плотность раствора повышается при добавлении кислоты и понижается с добавлением воды. Приготовив раствор нужной плотности, ему дают остыть до комнатной температуры ($15\text{--}18^\circ\text{C}$), а затем снова измеряют его плотность и в зависимости от результатов добавляют воду или кислоту.

Но удобнее определить необходимое для раствора количество воды и серной кислоты (по весу или объему) по графику и смешать их, как сказано выше. В этом случае ареометр не нужен.

Приведенный график (рис. 159) дает возможность решать ряд вопросов, которые могут возникнуть при эксплуатации свинцовых аккумуляторов.

В продаже серная кислота для аккумуляторов бывает в двух видах: плотностью 66° по Боме с удельным весом 1,84 и безводная серная кислота.

Для перевода градусов Боме, отложенных по горизонтальной оси, в плотность по удельному весу, нанесенную по оси ординат в левой части графика, служит кривая «Плотность». Например, для определения плотности электролита, соответствующей 25° Боме, нужно от точки 25° провести вертикальную линию до пересечения с кривой «Плотность» и соответствующую точке пересечения плотность прочесть на оси ординат. В нашем случае это будет 1,21. Чтобы определить, сколько кубических сантиметров кислоты надо взять на один литр дистиллированной воды для получения раствора требуемой плотности (кислота имеет 66° Боме или плотность 1,84), пользуются кривой « см^3 » и шкалой справа «Серная кислота 66° Боме, см^3 на 1 л воды».

Пример. Определить, сколько нужно серной кислоты для получения электролита 22° Боме.

Решение. От точки 22° на горизонтальной оси проводим вертикальную линию до пересечения с кривой « см^3 » и соответствующий этой точке объем серной кислоты находим на крайней правой шкале — 180 см^3 .

Для 25° Боме на 1 л воды нужно 217 см^3 кислоты.

Чтобы определить, сколько граммов серной кислоты на 1 л воды надо взять для получения раствора требуемой плотности, пользуются кривой «Грамммы» и правой третьей шкалой «Грамммы серной кислоты—66° Боме на 1 л воды». Определяем аналогично предыдущему примеру. Например, для раствора 27° Боме потребуется 450 г кислоты.

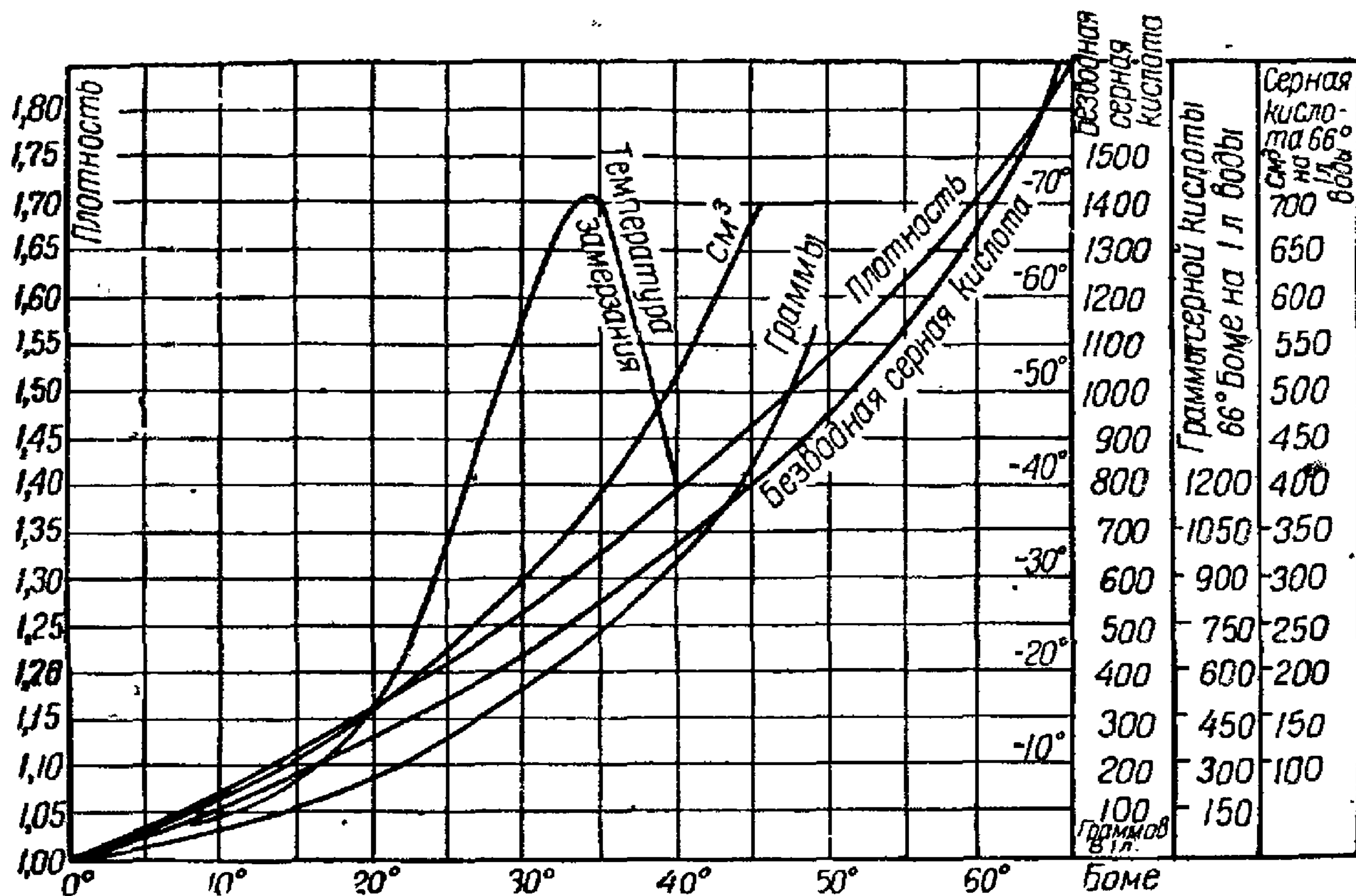


Рис. 159. График для составления аккумуляторной кислоты.

Иногда из кислоты любой большей плотности необходимо составить раствор требуемой плотности.

Пример. Имеется серная кислота 54° Боме (плотность 1,6), нужно составить 20 л раствора 25° Боме. Пользуемся кривой и шкалой справа «безводная серная кислота». **Решение.** В 1 л раствора 25° Боме должно содержаться 345 г безводной кислоты: для 20 л раствора ее потребуется $345 \cdot 20 = 6900$ г. В литре кислоты 54° Боме содержится 1095 г безводной кислоты. Следовательно, для получения 6900 г безводной кислоты нужно взять этой кислоты

$$6900 : 1095 = 6,3 \text{ л и } 20 - 6,3 = 13,7 \text{ л воды.}$$

Чтобы узнать, при какой температуре замерзает раствор серной кислоты различной плотности, пользуются кривой «Температура замерзания» и первой шкалой справа. Например, раствор плотностью 22° Боме замерзает при температуре — 21°С, а раствор 34° Боме замерзает при температуре — 71°С.

Составление раствора едкого калия для заливки щелочных аккумуляторов

Железо-кадмиевые аккумуляторы заливают электролитом в виде раствора едкого калия (KOH) в дистиллированной воде. Плотность раствора колеблется от 1,19 до 1,21 или от 23 до 25° Боме.

Приготовить раствор можно без ареометра, пользуясь графиком (рис. 160), где указываются количества едкого калия и воды, необходимые для получения одного литра раствора любой плотности.

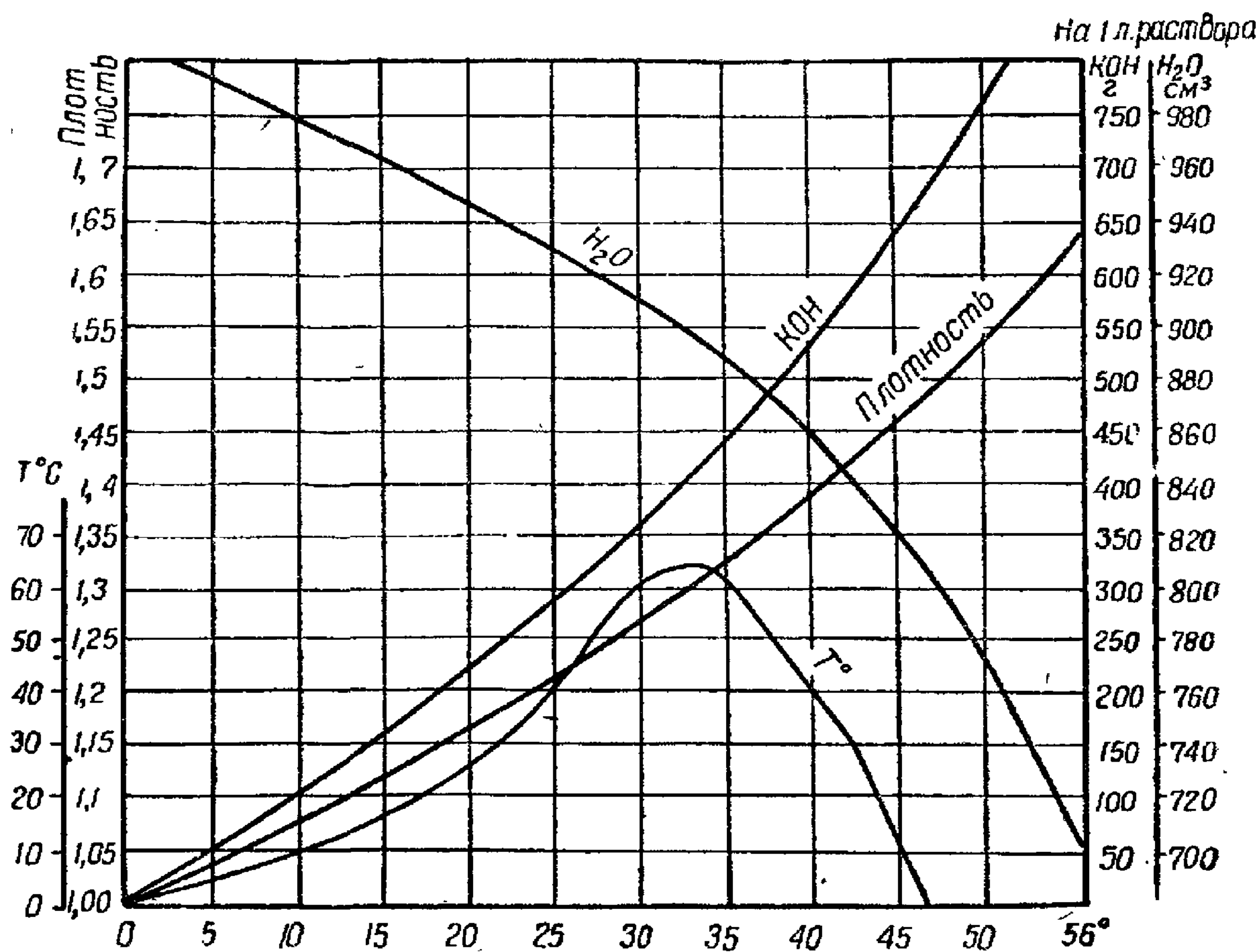


Рис. 160. График для составления раствора едкого калия (KOH).

Едкий калий растворяют в воде небольшими порциями в стеклянном, эбонитовом или железном сосуде, помещивая стеклянной палочкой или железной мешалкой.

Пример 1. Требуется залить 20 элементов щелочных аккумуляторов типа НКН-100 электролитом плотностью 1,19. Сколько для этого нужно едкого калия и воды?

Решение. В один элемент входит нормально 1,2 кг или $\frac{1,2}{1,19} \approx 1$ л раствора.

На 20 элементов потребуется 20 л раствора. По графику плотность 1,19 соответствует 23° Боме. Этой плотности (на горизонтальной оси) соответствует по кривой «KOH» — 275 г, а по кривой «H₂O» — 936 см³ воды.

Поэтому требуется растворить $275 \cdot 20 = 5500$ г едкого калия в $936 \cdot 20 = 1872$ см³ воды.

Пример 2. Требуется работать с аккумуляторными батареями типа 64-АКН-2,25 на морозе в 60°. Какой для этого случая нужен электролит, сколько и из каких составных частей?

Решение. По кривой температуры замерзания электролита видим, что при — 60°С замерзает электролит плотностью 30° Боме. Следовательно, надо для заливки аккумуляторов взять электролит в 33° Боме (замерзает при — 64,5°). Всего необходимо приготовить раствора: $0,04 \cdot 64 = 2,56$ кг или $\frac{2,56}{1,32} = 1,94$ л. Здесь 1,32 — плотность электролита 33° Боме.

По графику для 1 л раствора нужно 400 г KOH растворить в 898 см³ воды. После работы такой крепкий раствор снова заменяют нормальным в 23° Боме.

Пример 3. Имеется раствор 33° Боме. Нужно разбавить его водой до плотности 23° Боме. Сколько надо подлить воды на каждый литр раствора?

Решение. 1 л раствора 23° Боме содержит 255 г КОН и 936 см³ H₂O, т.е. на каждый грамм едкого калия приходится $\frac{936}{255} = 3,67$ г воды. 1 л раствора 33° Боме содержит 398 г КОН и 899 г воды: если прибавить к этому количеству x граммов воды, то отношение $\frac{899 + x}{398}$ должно равняться концентрации 3,67. Отсюда имеем

$$x = 398 \cdot 3,67 - 899 = 561 \text{ г воды.}$$

Пример 4. Имеем раствор 25° Боме. Требуется, прибавляя к нему КОН, довести плотность до 30° Боме. Сколько нужно еще растворить КОН на каждый литр раствора?

Решение. Раствор в 25° Боме содержит 282 г КОН и 928 г H₂O, т.е. на каждый грамм воды приходится $\frac{282}{928}$ г КОН.

Раствор в 30° Боме содержит 353 г едкого калия и 911 г воды, т.е. на каждый грамм воды приходится $\frac{353}{911}$ г КОН.

Прибавим к первому раствору искомое количество x г едкого калия $\frac{282 + x}{928}$ для повышения концентрации до $\frac{353}{911}$, т.е. решаем уравнение

$$\frac{282 + x}{928} = \frac{353}{911};$$

$$x = \frac{353 \cdot 928}{911} - 282 = 72 \text{ г.}$$

ПИТАНИЕ РАДИОПРИЕМНИКОВ ОТ СЕТИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Если имеется сеть постоянного тока, питание радиоприемников от электросети более удобно и экономично по сравнению с другими видами питания. Однако непосредственное использование сети для питания радиоприемника невозможно, так как в телефонах или репродукторе будет слышен очень сильный гул — фон диннамомашиной электростанции. Этот фон является результатом того, что хотя ток в сети и постоянный, но величина этого тока все время меняется. Таковую форму тока принято называть пульсирующим током.

Поэтому ток сети может быть использован, если его пульсации (т.е. изменения величины) предварительно сгладить. Для этого применяют фильтры.

Фильтр (рис. 161) состоит из конденсаторов большой емкости и катушек с железными сердечниками (дросселей фильтра).

Электрические данные дросселя фильтра, в частности величина коэффициента самоиндукции его, находятся в зависимости от величины емкости конденсаторов фильтра, допустимой величины пульсации выпрямленного напряжения и тока, проходящего через дроссель.

Чем больше емкость конденсаторов, применяемых в фильтре, тем меньше может быть коэффициент самоиндукции дросселя. Это значит, что при данном сечении железного сердечника число витков дросселя может быть взято меньшим.

Коэффициент самоиндукции дросселей, применяемых в фильтрах радиоприемников, бывает от 2—3 до 30—60 гн.

При питании среднего радиолобительского трех-четырёхлампового радиоприемника вполне удовлетворительно будет работать фильтр, состоящий из конденсаторов по 4—8 мкф каждый и дросселя типа Д-2.

Для фильтров можно применять бумажные конденсаторы и электролитические, или, как их принято коротко называть, „электролитики“.

Дроссель для фильтра можно изготовить самостоятельно, если на

железный сердечник от поврежденного силового трансформатора или дросселя намотать 4—5 тысяч витков провода ПЭ диаметром 0,15—0,2 мм. Сечение железного сердечника должно быть 3—4 см². Для устранения насыщения железа оставляется в железном сердечнике воздушный зазор в несколько десятых миллиметра. В качестве заме-

нителей дросселей можно использовать также первичные обмотки междуламповых и выходных трансформаторов.

Дроссель фильтра можно заменить сопротивлением (рис. 162) проволочного типа до 6—8 тыс. ом. При отсутствии проволочных сопротивлений можно использовать и непроволочные, рассчитанные на ток, протекающий через

фильтр.

Приведенная схема питания радиоприемника от сети постоянного тока предполагает использование электросети для питания анодной цепи. Для накала ламп в этом случае служит отдельный источник тока, например сухие элементы или аккумуляторы накала.

Возможно и полное питание радиоприемника от сети постоянного тока при условии применения ламп не батарейного типа, а „подогревных“. В этом случае рациональнее соединить между собой последовательно, а излишек напряжения гасить в дополнительном сопротивлении—реостате, включаемом последовательно с нитями накала ламп.

Схему последовательного включения нитей накала ламп особенно

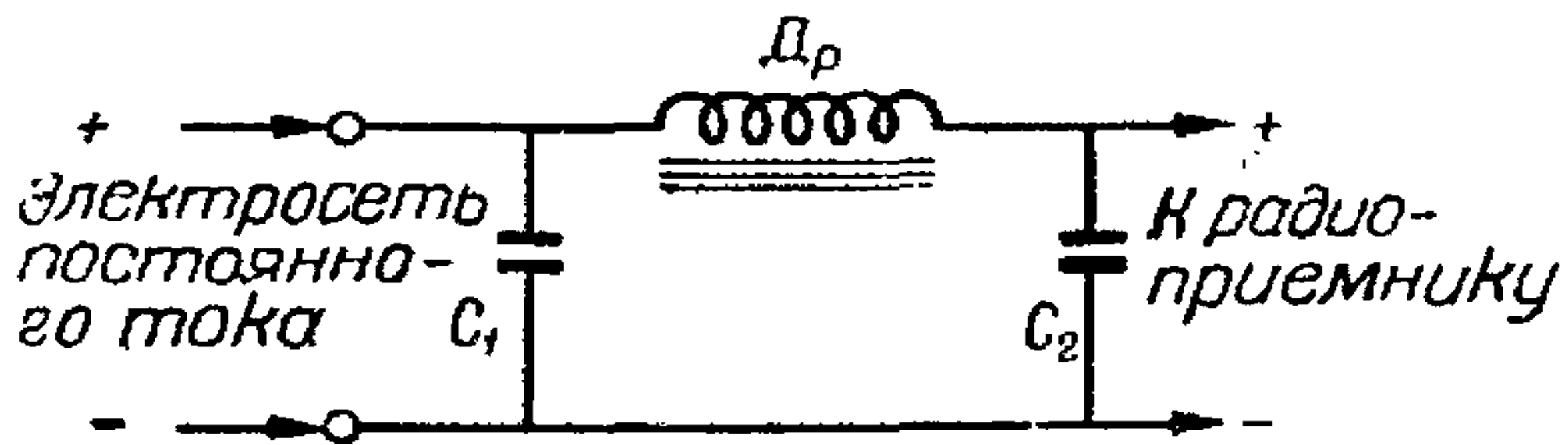


Рис. 161. Схема сглаживающего фильтра.

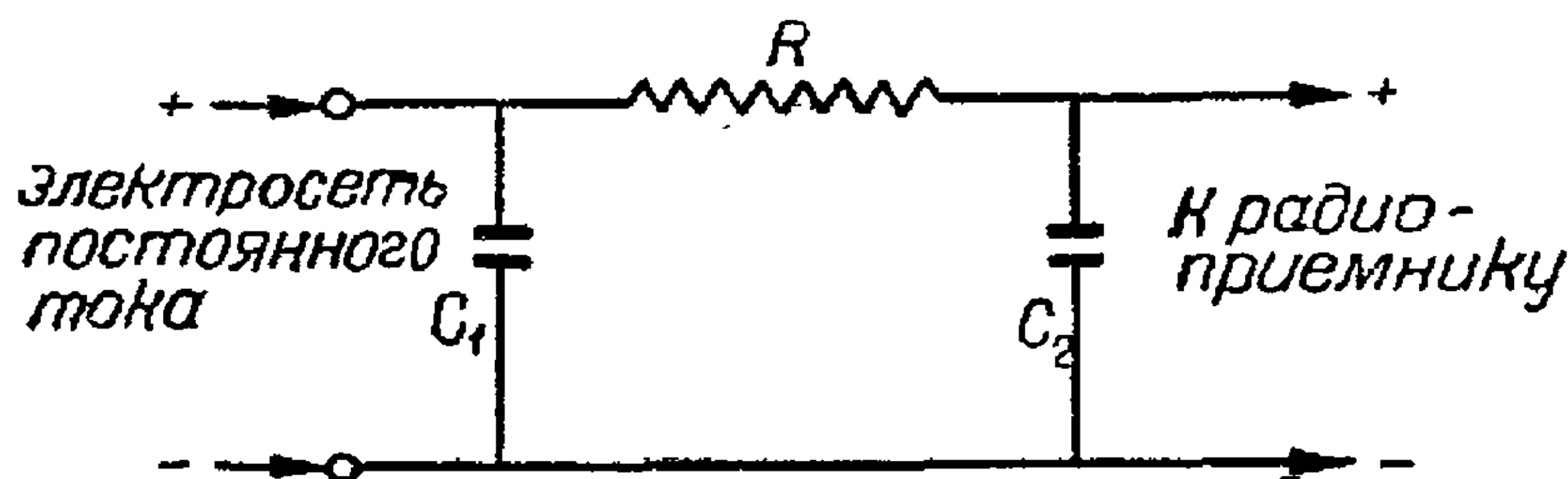


Рис. 162. Схема фильтра с сопротивлением вместо дросселя.

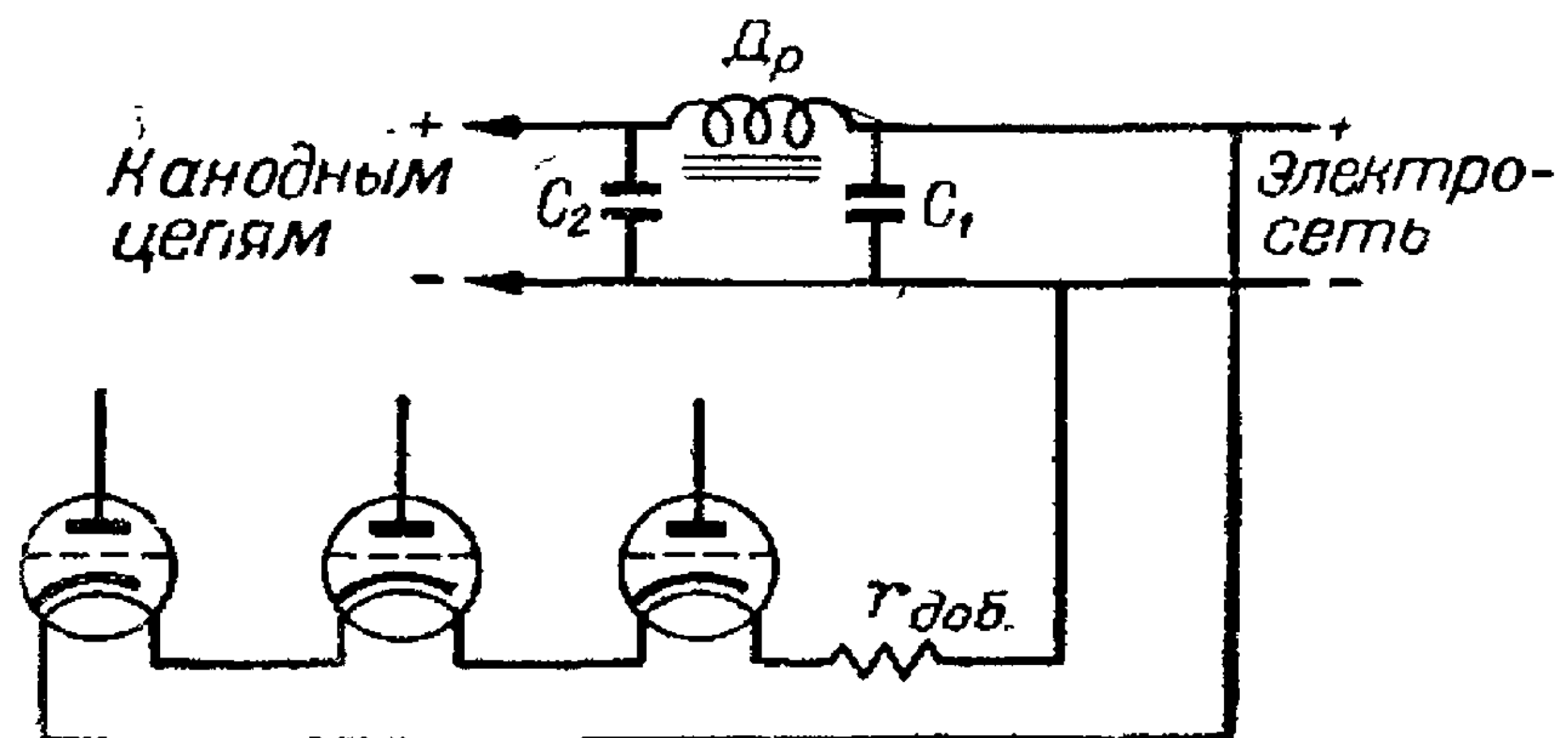


Рис. 163. Схема полного питания радиоприемника от сети постоянного тока.

рационально применять при использовании в приемнике ламп с высоковольтным накалом, выпускаемых нашей промышленностью.

Один из вариантов использования сети постоянного тока, для полного питания радиоприемника приведен на рис. 163.

При этом заземление к радиоприемнику нужно включать через конденсатор постоянной емкости в 10 000 мккф.

ПИТАНИЕ РАДИОПРИЕМНИКОВ ОТ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

При использовании сети переменного тока для питания радиоприемника возникает необходимость превратить этот переменный ток в постоянный, а затем с помощью фильтра сгладить пульсации полученного выпрямленного тока.

В качестве выпрямителей для питания радиоприемников от сети переменного тока применяются кенотронные выпрямители (рис. 164).

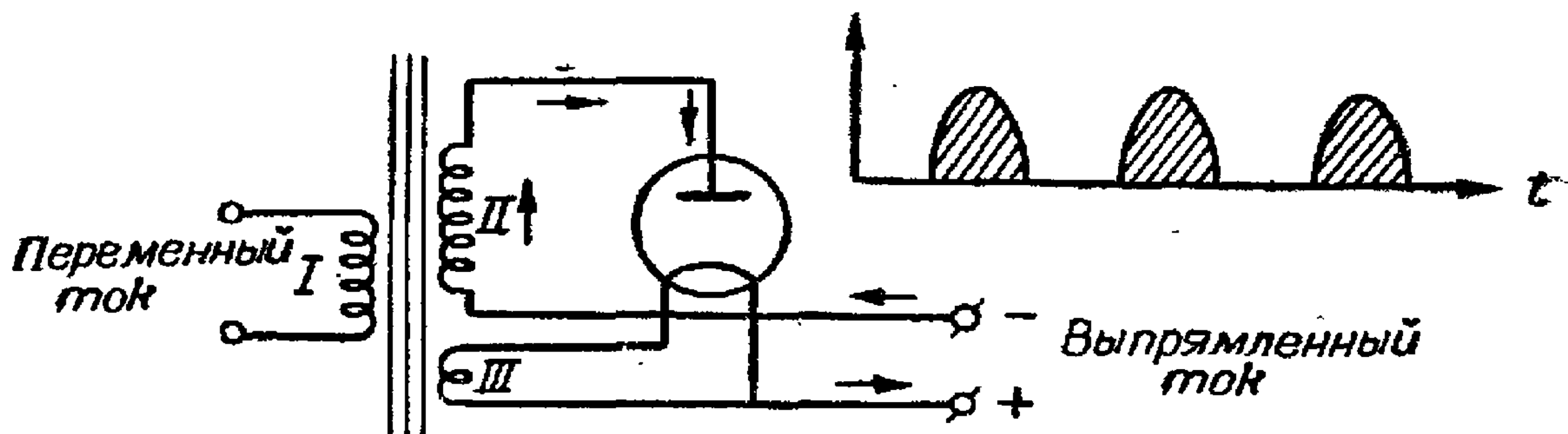


Рис. 164. Схема однополупериодного кенотронного выпрямителя.

При включении первичной обмотки силового трансформатора в сеть переменного тока нить накала лампы-кенотрона, получив напряжение от третьей — понижающей — обмотки, будет накаливаться и излучать электроны. Одновременно на концах вторичной — повышающей — обмотки трансформатора будет развиваться переменная э. д. с.

Так как электрический ток через электронную лампу будет проходить только в том случае, если на аноде положительный потенциал, то ток в цепи нагрузки, включенной последовательно в анодную цепь кенотрона, будет проходить только в течение одного полупериода. Во второй полупериод, когда направление тока изменится и к аноду будет приложен отрицательный потенциал, электрического тока в цепи анода, а значит и в цепи нагрузки (приемника), не будет.

Таким образом, электрический ток через лампу будет проходить только в одном направлении, т. е. тогда, когда на аноде положительный потенциал.

Форма тока через нагрузку показана на рис. 164 справа. Такой ток называется пульсирующим.

Так как ток через лампу будет проходить только в течение одно-

го полупериода, то такая схема называется схемой однополупериодного выпрямления.

При однополупериодной схеме выпрямления, вследствие больших пульсаций выпрямленного тока, сглаживать эти пульсации весьма трудно. Это достигается усложнением и удорожанием сглаживающего фильтра.

Значительно меньшие пульсации дает схема двухполупериодного кенотронного выпрямителя (рис. 165), при которой исполь-

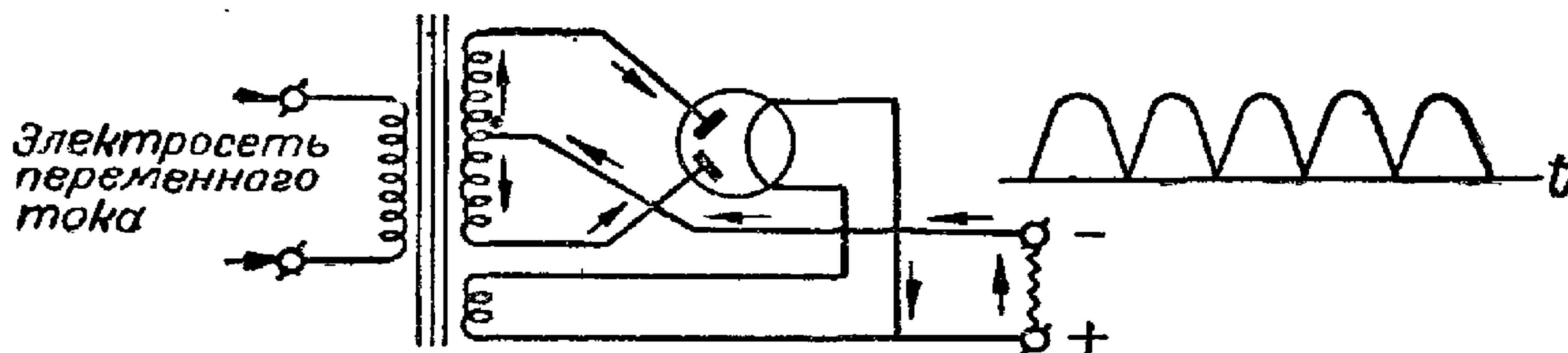


Рис. 165. Схема двухполупериодного кенотронного выпрямителя.

зуются оба полупериода переменного тока. При этом аноды в лампе работают поочередно. Ток проходит в цепи того анода, который в данный полупериод имеет положительный потенциал. В следующий полупериод этот анод будет уже под отрицательным потенциалом и ток через него не пройдет. Но зато в это же время на втором аноде будет положительный потенциал, вследствие чего ток пройдет через второй анод. В следующий полупериод снова будет работать первый анод и т. д.

Таким образом, выпрямленный ток через нагрузку будет проходить все время, т.е. в течение обоих полупериодов.

Направление тока при двухполупериодной схеме показано на рисунке 165 стрелками.

Провод, идущий от накала кенотрона, будет положительным зажимом выпрямителя, а идущий от средней точки повышающей обмотки силового трансформатора (при двухполупериодной схеме) будет отрицательным зажимом выпрямителя.

Фильтр при двухполупериодном выпрямлении требуется с меньшими величинами емкостей конденсаторов и меньшей самоиндукцией дросселя.

Обычно на сердечник силового трансформатора наматываются дополнительные понижающие обмотки, служащие для накала ламп радиоприемника.

Для того чтобы питать от сети переменного тока радиоприемник при различных величинах напряжения в электросети, первичную обмотку силового трансформатора делают секционированной с отводами.

На рис. 166 приведена полная схема двухполупериодного кенотронного выпрямителя с секционированной первичной обмоткой, фильтром и дополнительной понижающей обмоткой трансформатора для питания накала ламп радиоприемника.

Данные кенотронов различных типов приведены в табл. 46.

В последнее время часто применяют схему бестрансформаторного кенотронного выпрямителя (рис. 167). В такой схеме все нити накала ламп приемника и нить накала кенотрона соединяют между собой

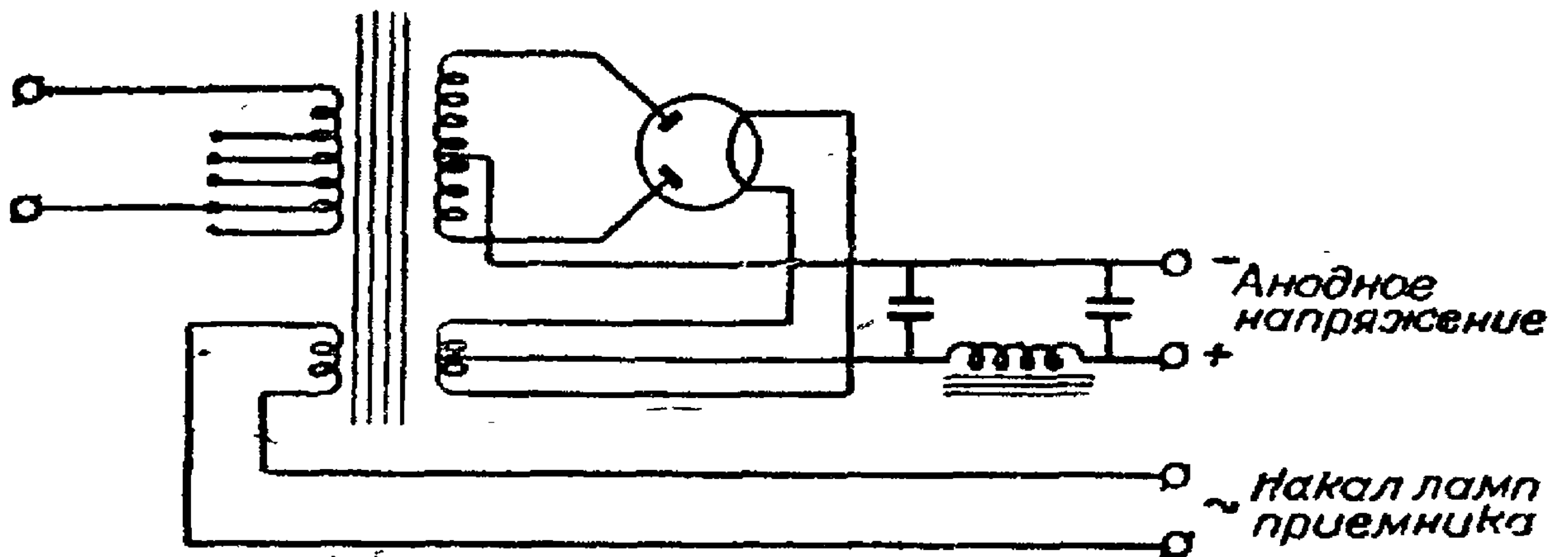


Рис. 166. Полная схема двухполупериодного кенотронного выпрямителя с секционированной первичной обмоткой силового трансформатора.

последовательно, а излишек подаваемого напряжения гасится в добавочном сопротивлении.

При последовательном соединении нитей накала ламп необходимо, чтобы ток накала у всех соединяемых ламп был одинаковым.

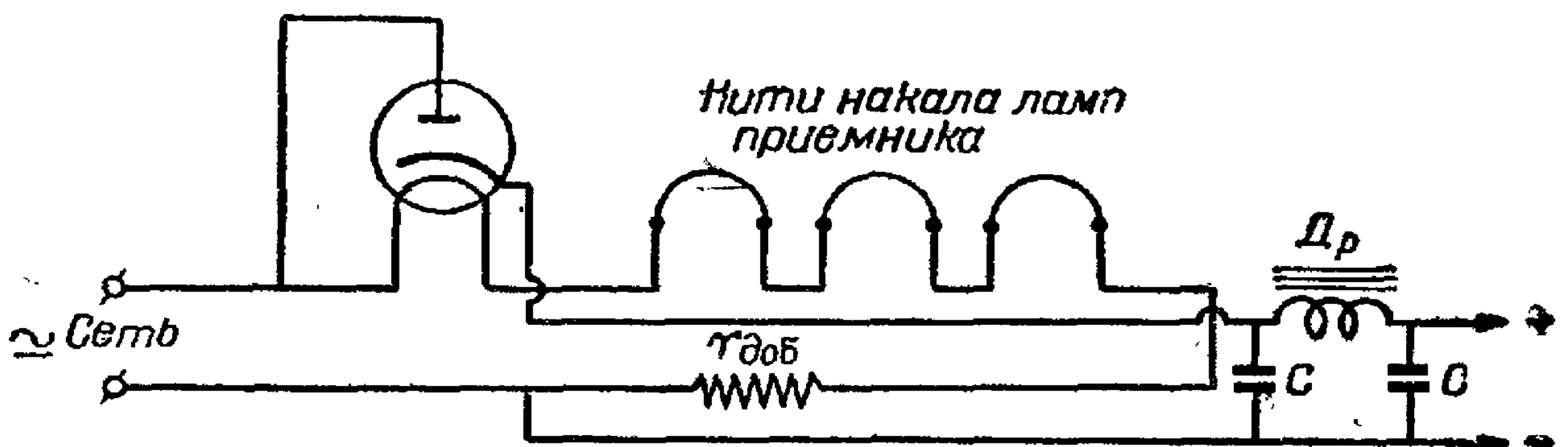


Рис. 167. Схема бестрансформаторного кенотронного выпрямителя.

Для бестрансформаторных выпрямительных устройств применяют кенотроны типа 30Ц6С или 30Ц1М, у которых ток накала 0,3 а, т. е. такой же, как и у остальных ламп шестивольтовой серии.

УПРОЩЕННЫЙ РАСЧЕТ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Если под рукой нет силового трансформатора, необходимого для сборки выпрямителя радиоприемника, его можно изготовить своими силами.

В радиолюбительских условиях приходится чаще всего рассчитывать силовой трансформатор по имеющемуся железному сердечнику, т. е. определять число витков в каждой обмотке и диаметр проводов в них по заданному сечению железного сердечника.

Число витков в обмотках можно определить по методу, предложенному Г. Г. Гинкиным. По этому методу сначала определяют число витков, приходящихся на один вольт любой из обмоток трансформатора. Для обычного отожженного листового железа:

$$\frac{W}{U} = \frac{65}{Q}, \quad (12,4)$$

где: $\frac{W}{U}$ — число витков на 1 в любой обмотки трансформатора, Q — площадь поперечного сечения железного сердечника (в $см^2$).

Для нормального трансформаторного железа

$$\frac{W}{U} \approx \frac{55}{q}, \quad (12,5)$$

Число витков в каждой из обмоток определяют по формуле:

$$W' = U_{обм} \cdot \frac{W}{U}, \quad (12,6)$$

где: W' — число витков обмотки; $U_{обм}$ — напряжение на концах обмотки.

Диаметр провода в каждой из обмоток определяют по формуле:

$$d = 0,8 \sqrt{I}, \quad (12,7)$$

где: d — диаметр провода (в $мм$); I — ток в обмотке (в $а$).

Пример. Требуется рассчитать данные силового трансформатора для двухполупериодного выпрямителя. Имеется сердечник из обычного листового железа сечением $4 \times 2,5 = 10 \text{ см}^2$. Трансформатор должен на вторичной повышающей обмотке давать напряжение $2 \times 260 \text{ в}$. Выпрямитель работает на кенотроне типа 5Ц4С, потребляющем на накал ток в 2 а при напряжении накала 5 в . Необходимо предусмотреть дополнительную обмотку для накала ламп радиоприемника. Эта обмотка должна быть рассчитана на ток $1,9 \text{ а}$ при напряжении $6,3 \text{ в}$. Выпрямленный ток должен быть 50 ма . Напряжение сети — 110 в .

Решение. 1. Определяем по формуле (12,4) число витков, приходящихся на один вольт каждой из обмоток силового трансформатора.

$$\frac{W}{U} = \frac{65}{Q} = \frac{65}{10} = 6,5.$$

2. Число витков первичной обмотки определяем по формуле (12,6)

$$W_I = \frac{W}{U} \cdot U_I = 6,5 \cdot 110 = 715 \text{ витков.}$$

3. Число витков вторичной — повышающей — обмотки будет:

$$W_{II} = \frac{W}{U} \cdot 2U_{II} = 6,5 \cdot 2 \cdot 260 = 2 \cdot 1690 \text{ витков.}$$

(необходимо учесть, что при двухполупериодной схеме выпрямления число витков в повышающей обмотке удваивается, а обмотка делается со средним выводом).

Данные фабричных сило

Тип трансформатора	Сечение железного сердечника (в см ²)	Сетевая обмотка			Повы об
		число витков	марка и диаметр провода (в мм)	напряжение сети (в в)	число витков
СИ-235	6,5	760×2+116	ПЭ 0,35 + + ПЭ 0,44	110—127—220	2380
ЭКЛ-34	8	520×2+80	ПЭ 0,41	110—127—220	1580×2
ЦРЛ-10	8	520×2+80	ПЭ 0,44	110—127—220	1625×2
Т-37	11,2	550×2+85	ПЭ 0,35 + + ПЭ 0,55	110—127—220	1850×2
СВД-1	23,6	232×2+36	ПЭ 0,51 + + ПЭ 0,72	110—127—220	780×2
СВД-М	23,6	232×2+36	ПЭ 0,51 +	110—127—220	550×2
СВД-9	21,1	240×2+37	+ ПЭ 0,72 ПЭ 0,44 +	110—127—220	735×2
6Н-1	11,5	(440+60)×2	+ ПЭ 0,57 ПЭ 0,33	110—127—220	1170×2
Д-11	25	201+31+171	ПЭ 0,55	110—127—220	710×2
ПУУ-25	23,6	232×2+36	ПЭ 0,59 + + ПЭ 0,8	110—127—220	620×2
МС-1	11	515×2+80	ПЭ 0,4 + + ПЭ 0,52	110—127—220	1360×2
МС-2	11	515×2+80	ПЭ 0,55 + + ПЭ 0,75	110—127—220	1340×2
Т-3	10	650	ПЭ 0,65	120	1500×2
ТС-6	12,5	495+80	ПЭ 0,65	110—127	1450×2
ТС-8	12,5	990	ПЭ 0,5	220	1450×2
ТС-9	6	1060	ПЭ 0,33	110	1400×2
ТС-12	12	510+55	ПЭ 0,59	110—120	1360×2

* В графе Примечания применены следующие обозначения: 1—Трансформатор имеет крайнюю обмотку. 2—Сердечник собран на Г-образном железе. 3—Имеется отдельная обмотка для лампочек освещения шкалы. 4—Мощный трансформатор для питания анодов

вых трансформаторов

Таблица 63

шающая мотка	Обмотка накала кенотрона		Обмотка накала ламп		Номинальная мощность (в в)	Примечания*	Тип трансфор- матора
	марка и диаметр провода (в мм)	число витков	марка и диаметр провода (в мм)	число витков			
ПЭ 0,21	29	ПЭ 0,55	16×2	ПЭ 1,0	38	1	СИ-235
ПЭ 0,18	19	ПЭ 1,0	9,5×2	ПЭ 1,45	60	1;2	ЭКЛ-34
ПЭ 0,2	21	ПЭ 1,0	10,5×2	ПЭ 1,45	60	1	ЦРЛ-10
ПЭ 0,16	10×2	ПЭ 1,0	10×2	ПЭ 1,5	100	—	Т-37
ПЭ 0,25	11,5	ПЭ 1,4	6+8	ПЭ 1,25	120	—	СВД-1
ПЭ 0,27	11,5	ПЭ 0,9	6+8,5	ПЭ 1,45	120	—	СВД-М
ПЭ 0,25	12	ПЭ 0,8	6+9	ПЭ 1,25	100	—	СВД-9
ПЭ 0,16	20	ПЭ 0,93	26	ПЭ 0,98	70	1	6Н-1
ПЭ 0,18	10	ПЭ 1,0	7,5+5,5	ПЭ 1,0	100	1	Д-11
ПЭ 0,33	11,5	ПЭ 1,35	14,5	ПЭ 1,35	150	—	ПУУ-25
ПЭ 0,17	19+5	ПЭ 1,1	19+11	1,5+1,1	70	1;3	МС-1
ПЭ 0,23	19+5	ПЭ 1,1	19+11	ПЭ 1,5	100	1	МС-2
ПЭ 0,18	11×2	ПЭ 1,15	11×2	ПЭ 1,6	70	—	Т-3
ПЭ 0,25	20+5	ПЭ 1,1	20+11	ПБД 1,75	80	6	ТС-6
ПЭ 0,24	20+5	ПЭ 1,1	20+11	ПБД 1,75	80	6	ТС-8
ПЭ 0,12	18×2	ПЭ 0,8	21×2	ПЭ 1,2	25	—	ТС-9
ПЭ 0,2	9,5×2	ПЭ 1,0	10×2	ПЭ 1,4	75	—	ТС-12

лам. 5— Мощный трансформатор накала; имеет пять обмоток: три обмотки по 4 в каждая и две обмотки по 6 в. 6— Обмотки трансформатора галетного типа.

Тип трансформатора	Сечение железного сердечника (в см ²)	Сетевая обмотка			Повыш. об.
		число витков	марка и диаметр провода (в мм)	напряжение сети (в в)	число витков
ТС-14	7,5	810+90	ПЭ 0,46	110—120	1950×2
ТС-22	13,5	420×2+45	ПЭ 0,44 + + ПЭ 0,59	110—120—220	1360×2
ТС-25	7	620+62+62	ПЭ 0,44	100—110—120	2100×2
ТС-26	6	1000	ПЭ 0,33	110	2700
ТС-27	22,5	214×2	ПЭ 0,75	110—120	930×4
ТС-28	15	376×2+34	ПЭ 0,59 + + ПЭ 0,8	110—120—220	—
ТС-29	14	384×2+36	ПЭ 0,58 + + ПЭ 0,8	110—220	127×2
ТУ-39	10	550×2+85	ПЭ 0,41 + + ПЭ 0,57	110—127—220	1650×2
ТС-75	11,2	430+43+43	ПЭ 0,8	100—110—120	1430×2
ТС-100	14	350+35+35	ПЭ 0,85	100—110—120	1150×2
ВЭФ-М557	—	372+58+314	ПЭ 0,5 + + ПЭ 0,5 + + ПЭ 0,35	110—127—220	1060×2
„Салют“	14,7	359×2+55+ +55	ПЭ 0,33	110—127—220	1200×2
6Н-25, 7Н-27	—	(280+44)+ +(44+280)	ПЭ 0,41	110—127—220	900×2
„Пионер“ (нов.)	—	441+69+376	ПЭ 0,4 + + ПЭ 0,4 + + ПЭ 0,3	110—127—220	1250×2
„Восток“	—	(280+44)+ +(44+280)	ПЭ 0,41	110—127—220	1800
„Урал-47“	13,44	(100+60)×2	ПЭЛ-0,31	110—127—220	1320×2
„Ленинград“	—	(202+31)×2	ПЭ 0,44	110—127—220	11630×2 11600×2

* В графе „Примечания“ применены следующие обозначения: 1—Трансформатор имеет экранированную обмотку. 2—Сердечник собран на Г-образном железе. 3—Имеется отдельная обмотка для лампочек освещения шкалы. 4—Мощный трансформатор для питания анодов

Продолжение

Шающая мотка	Обмотка накала кенотрона		Обмотка накала лампы		Номинальная мощность (в в)	Примечания*	Тип трансфор- матора
	число витков	марка и диаметр провода (в мм)	число витков	марка и диаметр провода (в мм)			
ПЭ 0,15	16×2	ПЭ 1,0	16,5×2	ПЭ 1,3	37	—	ТС-14
ПЭ 0,2	7,5×2	ПЭ 1,08	8×2	ПЭ 1,56	120	—	ТС-22
ПЭ 0,1	26	ПЭ 1,0	26	ПЭ 1,16	25	—	ТС-25
ПЭ 0,12	37	ПЭ 0,8	20×2	ПЭ 1,04	20	1	ТС-26
ПЭ 0,27	—	—	—	—	160	4	ТС-27
—	—	—	—	—	—	5	ТС-28
ПЭ 0,25	7×2	ПЭ 1,15	7,5×2	ПЭ 1,9	120	1,3	ТС-29
ПЭ 0,18	21+5	ПЭ 1,0	22+11	ПЭ 1,45+ +ПЭ 1,0	70	1,2	ТУ-39
ПЭ 0,18	18	ПЭ 1,0	9×2	ПЭ 1,8	75	3,6	ТС-75
ПЭ 0,25	14	ПЭ 1,0	7×2	ПБД 2,5	120	3,6	ТС-100
ПЭ 0,16	16	ПЭ 0,8	23	ПЭ 0,9	—	—	ВЭФ-М557
ПЭ 0,17	17	ПЭ 0,9	21	ПЭ 1,0	—	—	„Салют“
ПЭ 0,2	14	ПЭ 0,93	18	ПЭ 1,1	—	—	6Н-25
ПЭ 0,14	23	ПЭ 1,0	29	ПЭ 1,0	60	1	„Пионер (нов.)“
ПЭ 0,2	14	ПЭ 0,93	18	ПЭ 1,1	—	—	„Восток“
ПЭЛ 0,15	20	ПЭ 0,8	26	ПЭЛ 0,8	—	—	„Урал-47“
ПЭ 0,15	I 10	ПЭ 1,0	18	ПЭ 1,2	—	—	„Ленинград“
ПЭ 0,12	II 10	ПЭ 1,0					

лампы. 5—Мощный трансформатор накала; имеет пять обмоток: три обмотки по 4 в. каждая и две обмотки по 6 в. 6—Обмотки трансформатора галетного типа.

4. Число витков обмотки накала кенотрона:

$$W_{III} = \frac{W}{U} \cdot U_{III} = 6,5 \cdot 5 \approx 33 \text{ витка.}$$

5. Число витков обмотки накала ламп приемника:

$$W_{IV} = \frac{W}{U} \cdot U_{IV} = 6,5 \cdot 6,3 \approx 41 \text{ виток.}$$

6. Определяем диаметр проводов в обмотках по формуле (12,7): диаметр провода в кенотронной обмотке:

$$d_k = 0,8 \sqrt{I} = 0,8 \sqrt{2} = 0,8 \cdot 1,41 = 1,12 \text{ мм.}$$

диаметр провода в обмотке накала ламп приемника:

$$d_n = 0,8 \sqrt{1,9} = 0,8 \cdot 1,38 = 1,1 \text{ мм.}$$

диаметр провода повышающей обмотки:

$$d_{обм} = 0,8 \sqrt{0,05} = 0,8 \cdot 0,23 = 0,184 \approx 0,2 \text{ мм.}$$

7. Для определения диаметра провода первичной обмотки трансформатора предварительно необходимо определить мощность трансформатора и ток, протекающий в первичной обмотке. Мощность кенотронной обмотки будет $5,2 = 10 \text{ вт.}$ мощность обмотки накала ламп — $5,3 \cdot 1,9 = 11,97 \text{ вт.}$ мощность повышающей обмотки — $0,05 \cdot 240 \cdot 2 = 26 \text{ вт.}$ а общая мощность обмоток $10 + 12 + 26 = 48 \text{ вт.}$

8. Если принять коэффициент полезного действия трансформатора равным 0,7, то мощность трансформатора будет

$$P = \frac{48}{0,7} \approx 70 \text{ вт.}$$

9. Ток в первичной обмотке при напряжении сети 110 в будет:

$$I_1 = \frac{70}{110} \approx 0,64 \text{ а.}$$

10. Определяем диаметр провода в первичной обмотке трансформатора:

$$d = 0,8 \sqrt{0,64} = 0,8 \cdot 0,8 = 0,64 \text{ мм.}$$

Придерживаться диаметров проводов с точностью до сотых долей миллиметра нет никакой необходимости. Практически для обмоток полученные диаметры проводов округляют до ближайших больших диаметров, выпускаемых заводами.

Точность приведенного расчета вполне достаточна для использования в радиолюбительских условиях при мощностях силовых трансформаторов до 100 — 150 вт.

Данные фильтровых дросселей

Таблица 64

Тип дросселя	Сечение сердечника (в см ²)	Число витков	Марка и диаметр провода (в мм)	Индуктивность (в гн)	Сопротивление (в ом)	Максимальный ток подмагничивания (в ма)
ДФ-1	7,5	10 000	ПЭ 0,18	50	1080	45
МД-7	—	4500	ПЭ 0,35	15	120	200
МД-8	—	2450 × 2	ПЭ 0,35	13,7	190	250
ВД-3	—	4100	ПЭ 0,16	—	—	—
ДС-50	7	10 000	ПЭ 0,2	60	800	30
ДС-60	7	7000	ПЭ 0,2	30	500	60
ДС-75	7	4300	ПЭ 0,25	15	200	75
ДМ-1	12	6000	ПЭ 0,3	—	140	—
„Радиофронт“	3	—	—	50	320	65
ДВ-16	8,6	7000	ПЭ 0,2	—	650	—
Д-2	4	10 000	ПЭ 0,15	—	1100	—
Д-3 (стар.)	10	6000	ПЭ 0,35	—	300	—
Д-3 (нов.)	8,6	7000	ПЭ 0,2	—	650	—
Приемника „Рекорд“	2,5	3000	ПЭЛ 0,15	—	290	—
Приемника СИ-235	1,68	12 600	ПЭ 0,12	50	1800	25
„СВД-1	—	6800	ПЭ 0,12	—	—	—
„СВД-М	—	6500	ПЭ 0,13	—	—	—
„Электросигнал-2“	4,5	3000	ПЭ 0,18	—	215	—

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ЛАМПОВЫЕ РАДИОПРИЕМНИКИ**ПРИЕМНИКИ НОВЫХ ВЫПУСКОВ**

В настоящее время нашей промышленностью освоены и выпускаются сетевые и батарейные супергетеродины новых образцов.

Выпуск ламповых радиоприемников прямого усиления (БИ-234, СИ-235, РПК-9) и супергетеродинных приемников типов СВД-9, 6Н-1 прекращен, но поскольку они еще часто встречаются у радиослушателей, ниже помещены краткие справочные данные и о них.

Для местностей, где отсутствует электросеть, выпускаются батарейные супергетеродины «Родина» и «Электросигнал-3». Оба приемника почти одинаковы по схеме и в основном отличаются по внешнему виду. Приемники рассчитаны на экономичное расходование батарей питания анодов и накала и на простоту в обращении. Работают они на батарейных лампах двухвольтовой малогабаритной серии.

Для работы от электросетей постоянного или переменного тока выпускается приемник «Рекорд».

Остальные выпускаемые нашей промышленностью приемники являются супергетеродинами, рассчитанными на питание от сетей переменного тока напряжением 110 — 220 в.

К таким приемникам относятся: 6Н-25, «Восток» (7Н-27), «Салют», ВЭФ М557, Т-689, «Нева», «Ленинград» и др., а также радиолы «Москва», «Салют», «Урал-47», «Минск» и др.

Эти приемники и радиолы работают на лампах 6,3 в серии.

Ниже помещены краткие технические данные и схемы наиболее часто встречающихся в радиолюбительской практике отечественных приемников.

Приемник «Родина»

Приемник «Родина» с питанием от батарей, благодаря высокой чувствительности, позволяет принимать как близкие, так и далеко расположенные вещательные станции. Приемник обеспечивает громкоговорящий прием в пределах небольшой комнаты.

По схеме приемник «Родина» — это шестилампный супергетеродин. Его диапазоны: длинные волны 2000 — 750 м (150 — 400 кГц); средние волны 545 — 200 м (550 — 1500 кГц); короткие волны 32,6 — 24,2 м (9200 — 12 400 кГц). Промежуточная частота — 460 кГц.

Выходная неискаженная мощность приемника — 200 мвт.

Потребление тока: на накал 2 в, 0,46 а; на анодное напряжение 120 в, 6 ма (при отсутствии сигнала).

Сигнализация включения осуществляется неоновой лампочкой типа МН-5.

Приемник имеет динамический репродуктор с постоянным магнитом; диаметр диффузора 200 мм.

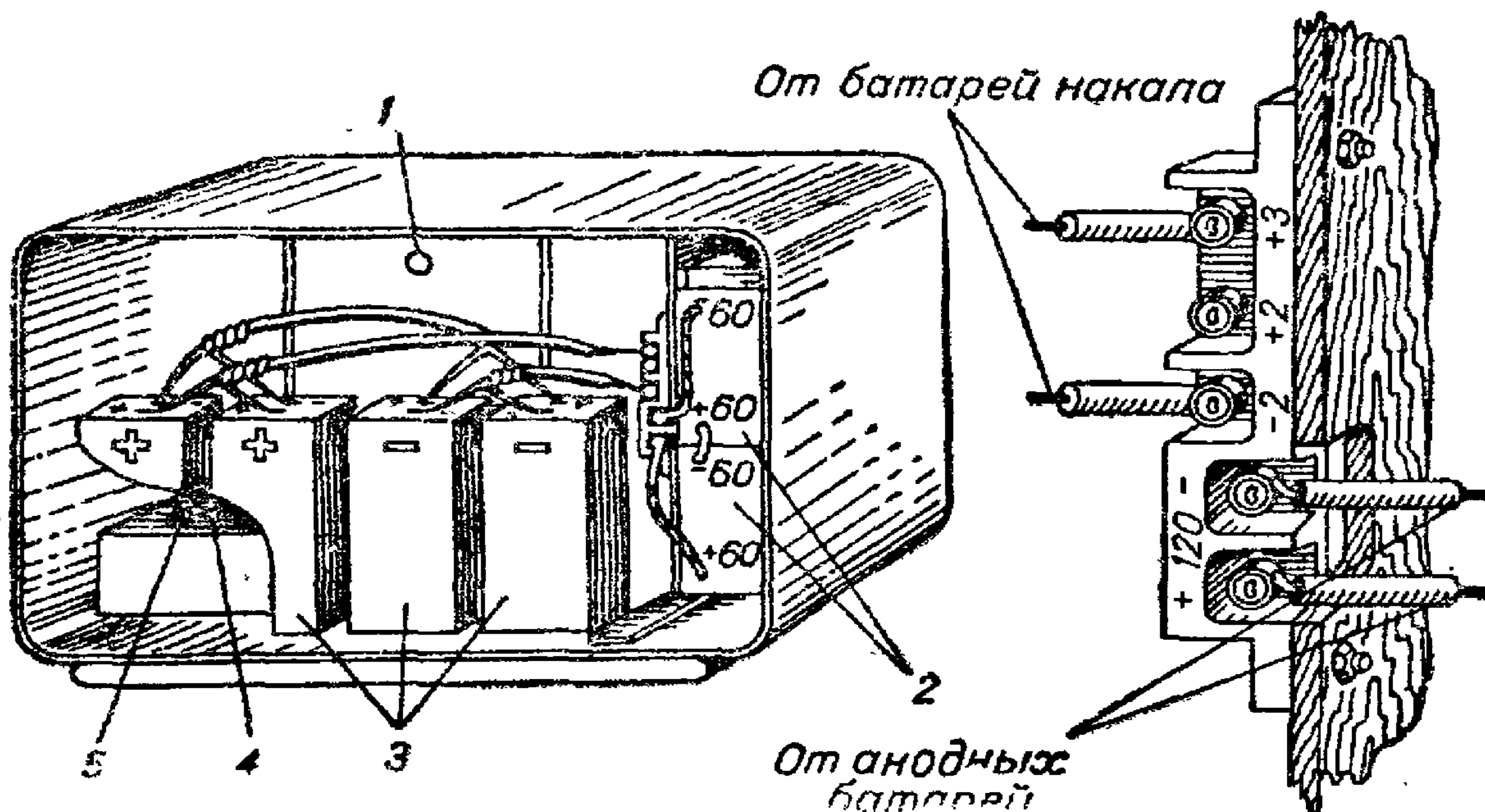


Рис. 168. Размещение батарей и элементов в приемнике «Радио»: 1 — неоновая лампочка; 2 — анодные батареи БАСГ-60; 3 — накальные батареи; 4 — земля; 5 — антенна.

В комплект ламп приемника входят лампы: СБ-242 — 1 шт. (преобразователь), 2К2М — 2 шт. (усилители промежуточной частоты), 2Ж2М — 1 шт. (детектор и усилитель низкой частоты) и 2Ж2М — 2 шт. (оконечный усилитель).

На лицевой стороне приемника имеются четыре ручки управления. Первая ручка слева имеет три положения (считая слева направо). В первом положении приемник выключен. Во втором положении (низкий тембр) приемник включен, но при этом он плохо воспроизводит высшие частоты звукового спектра. В этом положении, обычно устанавливают ручку при приеме дальних станций или при больших помехах (тресках). В третьем положении (высокий тембр) приемник хорошо воспроизводит высшие частоты звукового спектра, что обычно используется при приеме местных станций и при музыкальных передачах.

Вторая ручка слева служит для регулировки громкости. Левая ручка под шкалой служит для переключения диапазонов. Диапазон, на который включен приемник, можно определить по белому прямоугольнику, появляющемуся в нижней части шкалы под делениями на шкале для этого диапазона.

Правая ручка под шкалой — ручка настройки приемника.

В верхней части шкалы имеется неоновая сигнальная лампочка. Ее назначение — сигнализировать о том, что приемник включен, с тем,

чтобы владелец приемника не забывал его выключить после окончания слушания, во избежание излишнего расхода энергии батарей.

На рис. 168 показан приемник со снятой задней стенкой. С левой стороны шасси имеется панель с винтами для присоединения проводов антенны (слева) и заземления (справа). С правой стороны на боковой перегородке установлена колодка с пятью винтами, к которым присоединяются выводы от источников питания. Внутри ящика размещаются элементы БСМВД для накала ламп и анодные батареи (БАСГ-60).

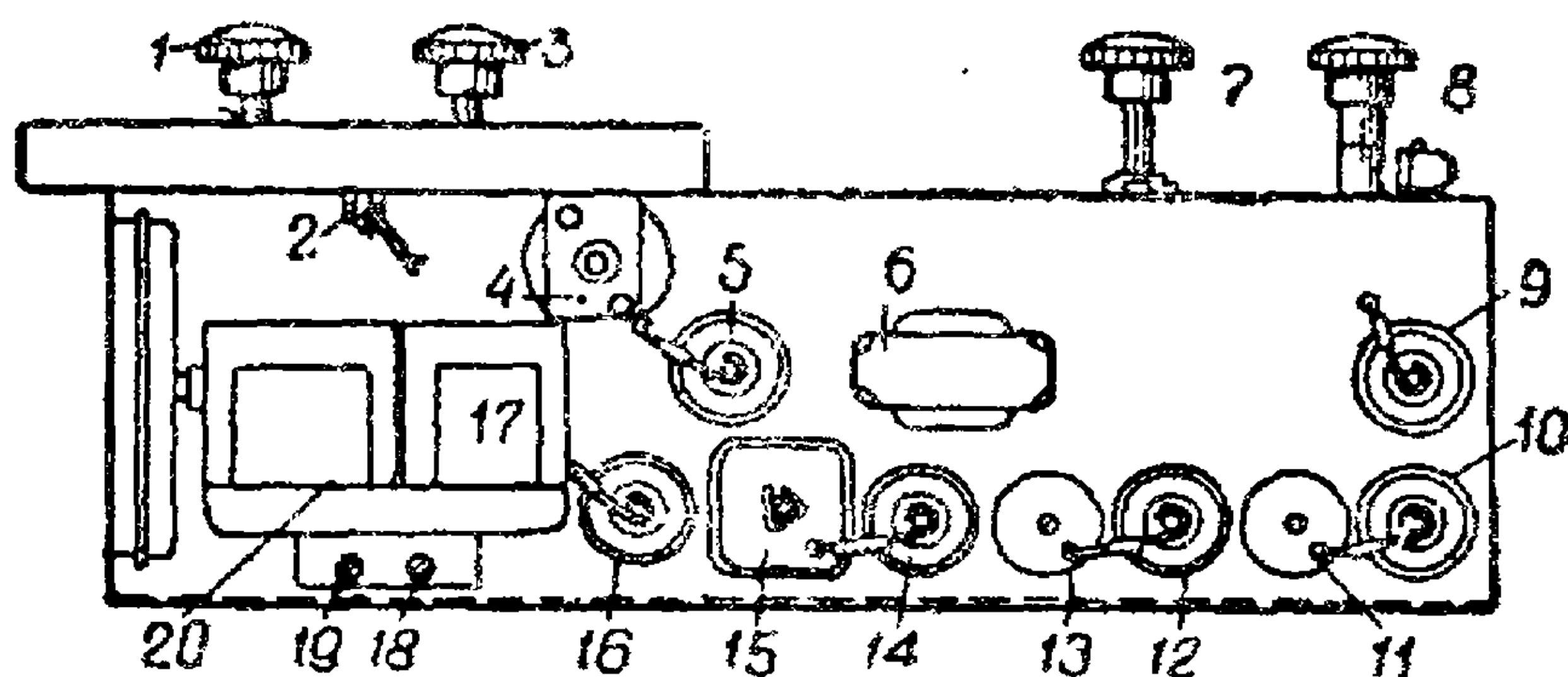


Рис. 169. Расположение узлов и ламп в приемнике «Родина»: 1 — настройка; 2 — лампочка-индикатор включения; 3 — переключатель диапазона; 4 — контур гетеродина; 5 — выходная лампа 2Ж2М; 6 — выходной трансформатор; 7 — регулятор громкости; 8 — выключатель и регулятор тембра; 9 — выходная лампа 2Ж2М; 10 — детектор и усилитель низкой частоты — 2Ж2М; 11 — третий контур промежуточной частоты; 12 — второй каскад усилителя промежуточной частоты; 13 — второй контур промежуточной частоты; 14 — первый каскад промежуточной частоты — 2К2М; 15 — первый фильтр промежуточной частоты; 16 — смеситель — СБ-242; 17 — конденсатор антенного контура; 18 — земля; 19 — антенна; 20 — конденсатор контура гетеродина.

В верхней части шкалы с внутренней стороны приемника на угольничках укреплен патрон с неоновой сигнальной лампочкой. При смене лампочки нужно потянуть на себя патрон и вывернуть лампочку.

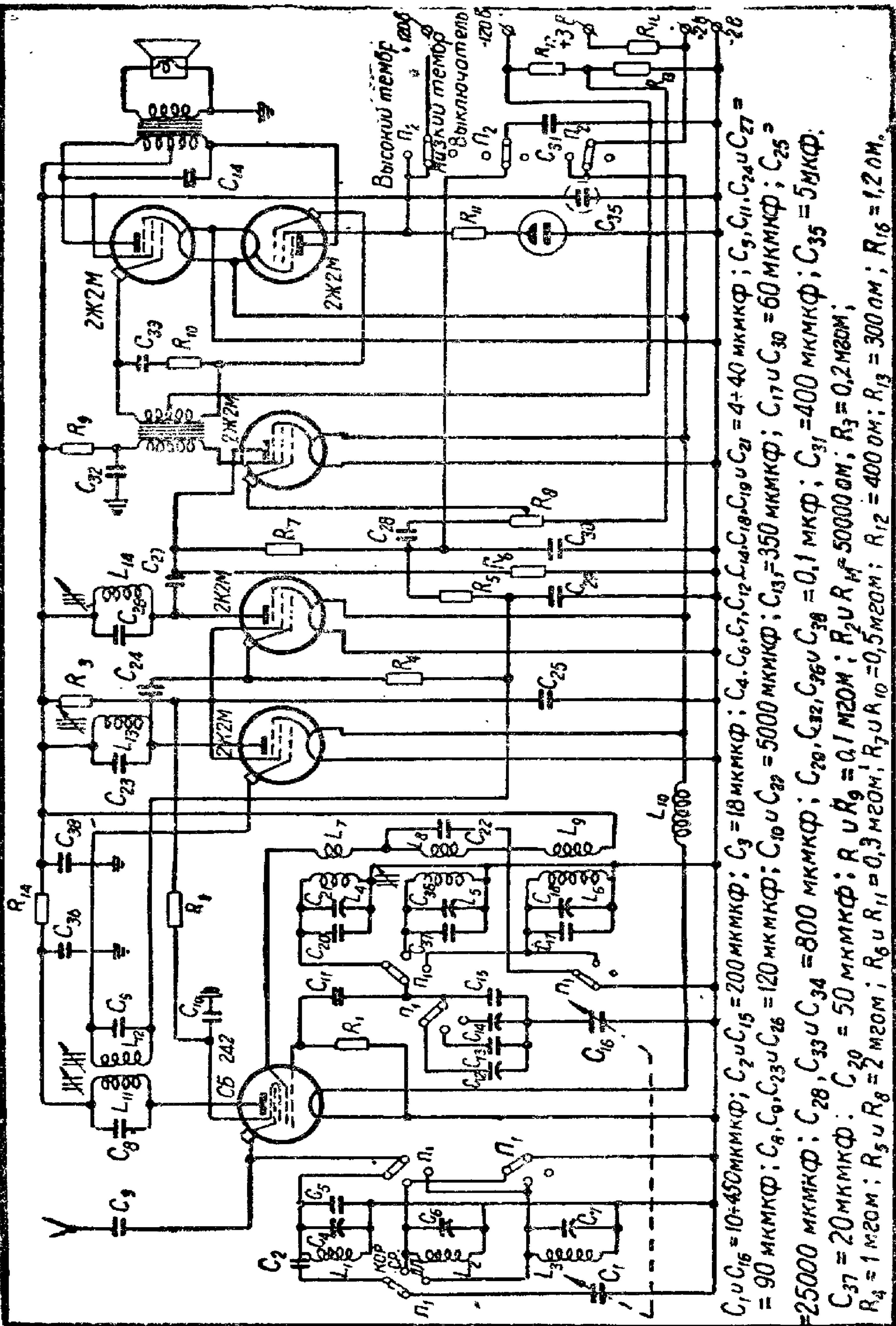
На рис. 169 показано расположение узлов и ламп на шасси, а на рис. 170 приведена принципиальная схема приемника «Родина».

Приемник «Электросигнал»

Батарейный радиоприемник «Электросигнал», выпускавшийся Воронежским радиозаводом «Электросигнал», в основном подобен приемнику «Родина». Однако в приемнике «Электросигнал» применен более широкий коротковолновый диапазон (до 70 м), имеется фильтр-пробка в антенной цепи и двойные фильтры в каскадах усиления промежуточной частоты.

Размещение ручек управления приемником и ламп на шасси такое же как и у приемника «Родина». В несколько модернизированном виде этот приемник выпускается теперь под названием «Электросигнал-3».

На рис. 171 приведена принципиальная схема приемника «Электросигнал».



C_1 и $C_{16} = 10-450$ мкккф; C_2 и $C_{15} = 200$ мкккф; $C_3 = 18$ мкккф; $C_4, C_6, C_7, C_{12}, C_{14}, C_{18}, C_{19}$ и $C_{21} = 4-40$ мкккф; C_9, C_{11}, C_{24} и $C_{27} = 90$ мкккф; C_8, C_9, C_{23} и $C_{26} = 120$ мкккф; C_{10} и $C_{22} = 5000$ мкккф; $C_{13} = 350$ мкккф; C_{17} и $C_{30} = 60$ мкккф; $C_{25} = 25000$ мкккф; C_{28}, C_{33} и $C_{34} = 800$ мкккф; C_{29}, C_{32}, C_{36} и $C_{38} = 0,1$ мкф; $C_{31} = 400$ мкккф; $C_{35} = 5$ мкф; $C_{37} = 20$ мкккф; $C_{20} = 50$ мкккф; R_1 и $R_9 = 0,1$ м2ом; R_2 и $R_{11} = 50000$ ом; $R_3 = 0,2$ м2ом; $R_4 = 1$ м2ом; R_5 и $R_8 = 2$ м2ом; R_6 и $R_{11} = 0,3$ м2ом; R_7 и $R_{10} = 0,5$ м2ом; $R_{12} = 400$ ом; $R_{13} = 300$ ом; $R_{16} = 1,2$ ом.

Рис. 170. Принципиальная схема приемника «Ромаша».

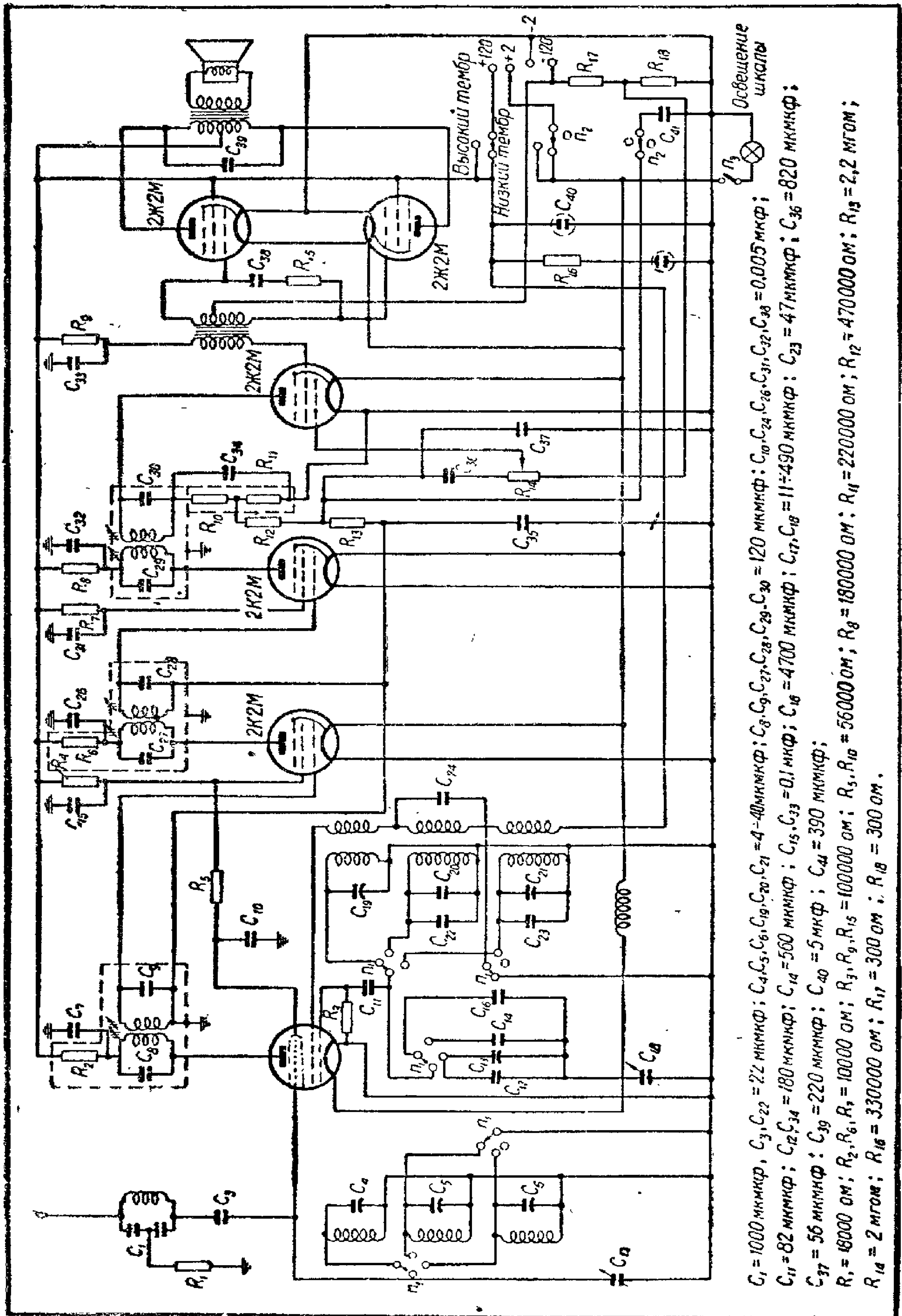


Рис. 171. Принципиальная схема приемника «Электросигналь».

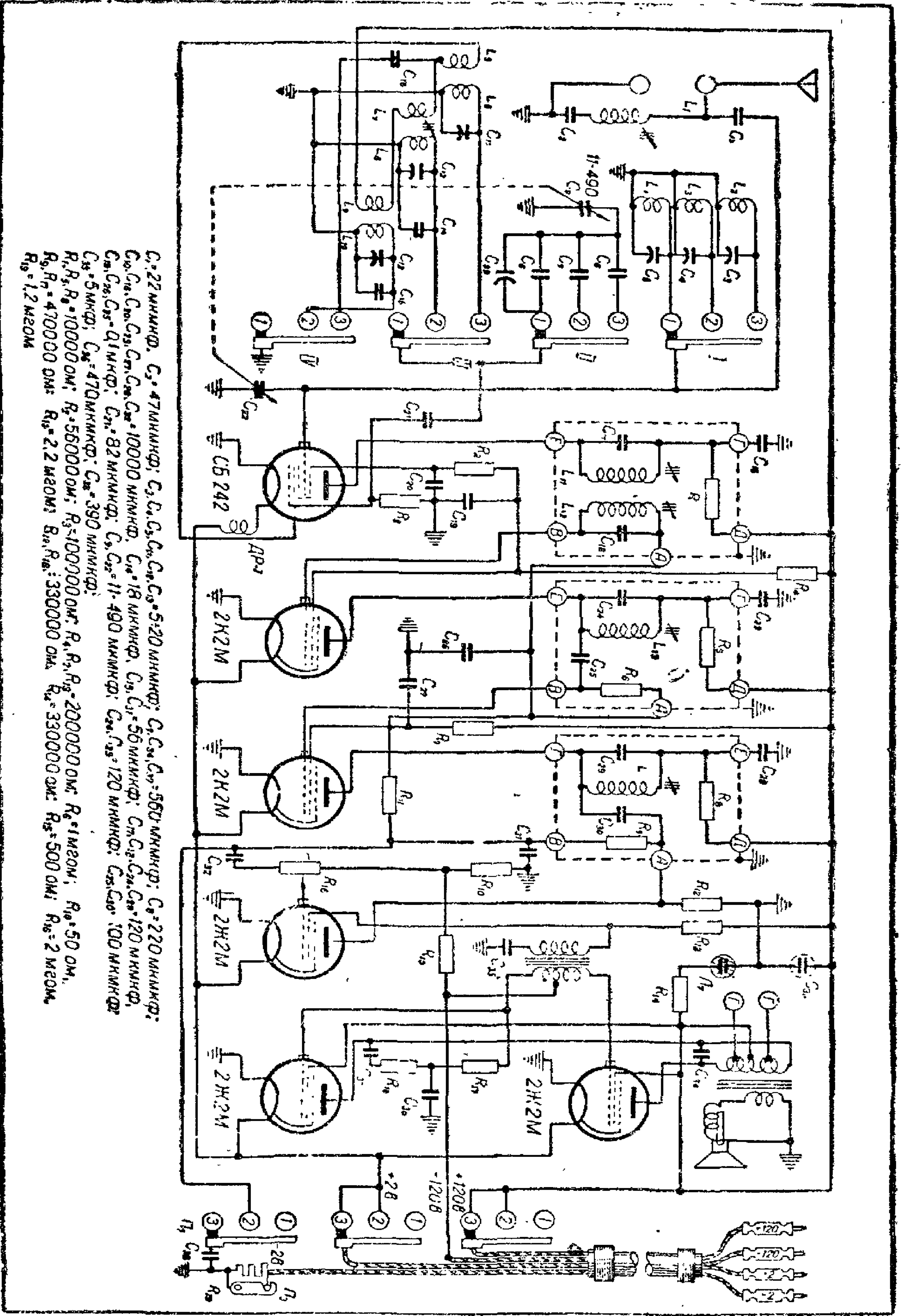


Рис. 172. Принципиальная схема приемника «Электросигнал-3».

Приемник «Электросигнал-3»

Батарейный супергетеродинный радиоприемник «Электросигнал-3» предназначен для приема местных и дальних радиовещательных станций, работающих в диапазоне волн от 25 до 2000 м.

На лицевой стороне приемника имеется четыре ручки управления. Левая крайняя ручка — выключатель питания приемника и регулятор тембра; следующая за ней (считая слева направо) — регулятор громкости; правая крайняя ручка — ручка настройки; рядом с ней — ручка переключателя поддиапазонов.

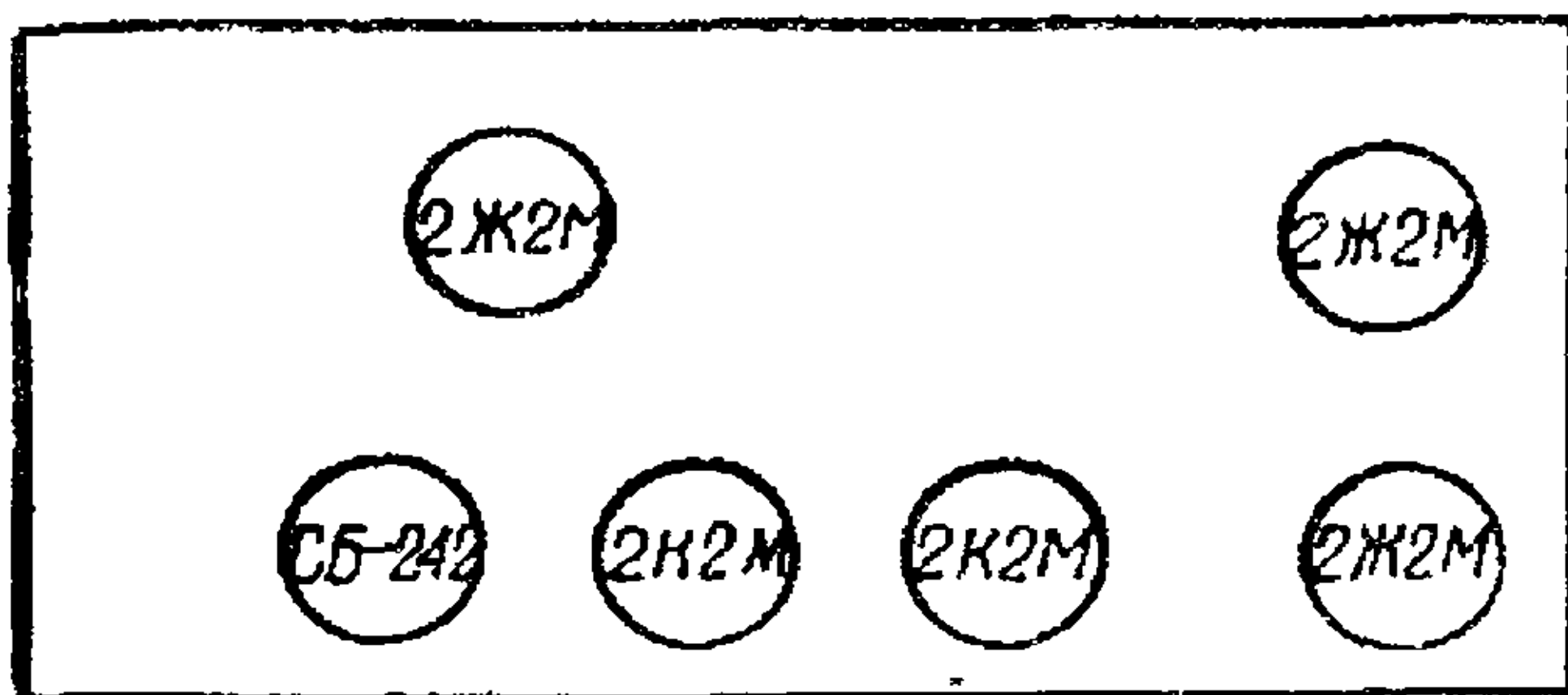


Рис. 173. Схема размещения ламп на шасси приемника «Электросигнал-3».

Переключатель поддиапазонов имеет три фиксированных положения: длинные волны 2000 — 732 м, средние волны 576 — 200 м и короткие волны 75 — 25 м.

Выходная мощность приемника при клирфакторе 10% составляет примерно 180 мвт. Промежуточная частота — 460 кГц.

На задней стенке шасси приемника размещены клеммы «антенна» и «земля» и гнезда для подключения дополнительного малоомощного громкоговорителя.

Для нормальной работы приемника необходимо подать на аноды ламп напряжение 120 в и на нити накала 2 в.

На рис. 172 приведена принципиальная схема приемника «Электросигнал-3», а на рис. 173 показано размещение ламп на шасси приемника.

Приемник «Рекорд» (1-ПШС)

Приемник «Рекорд» представляет собой четырехламповый супергетеродин с питанием от сети переменного или постоянного тока напряжением 110, 127 или 220 в.

Приемник «Рекорд» имеет диапазон: длинные волны 2000 — 732 м (150 — 410 кГц); средние волны 546 — 200 м (550 — 1500 кГц); короткие волны 67 — 24,7 м (4280 — 12100 кГц).

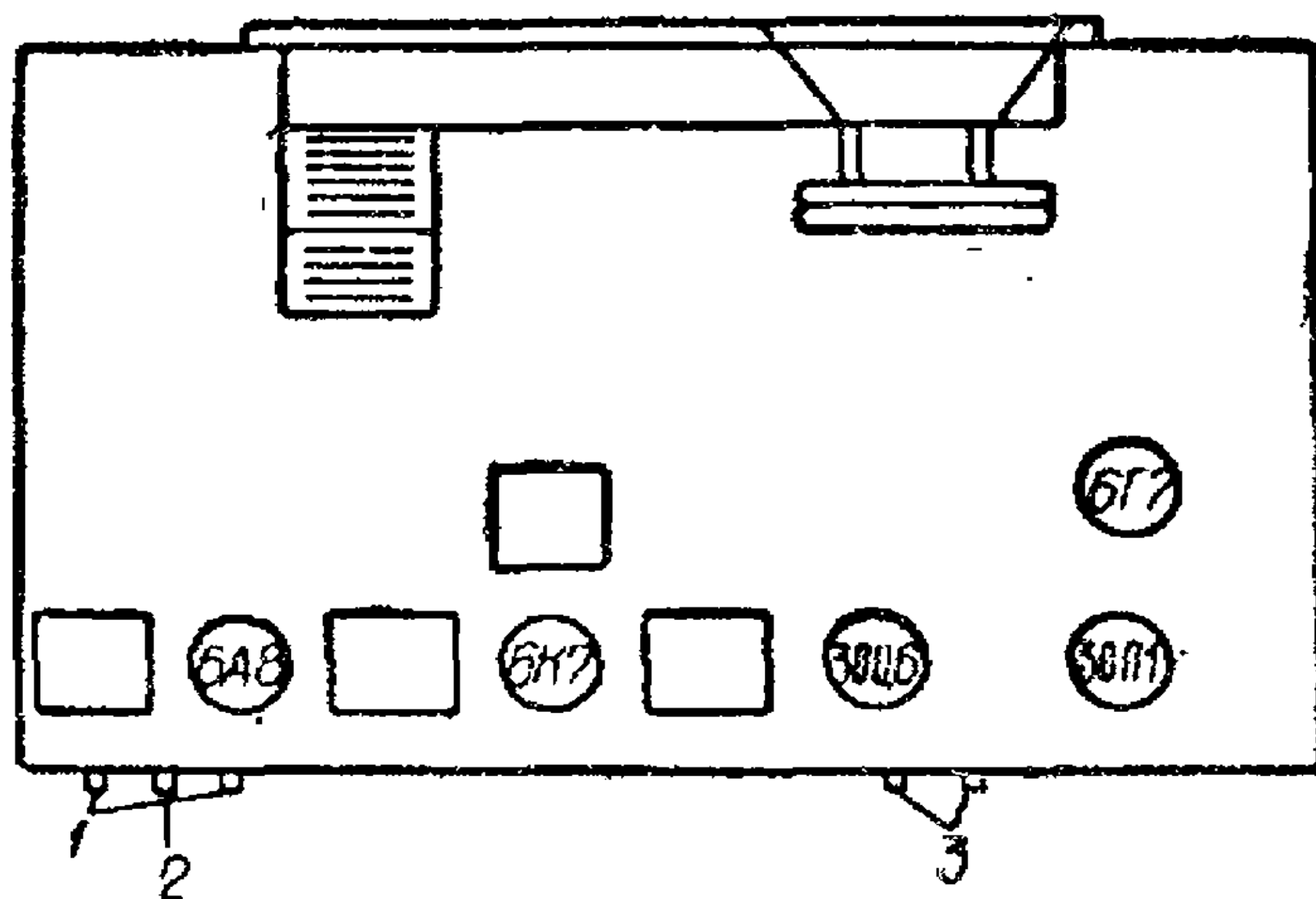


Рис. 174. Схема размещения ламп на шасси приемника «Рекорд»: 1 — адаптер; 2 — антенна; 3 — дополнительный громкоговоритель.

Выходная неискаженная мощность приемника 0,5 вт, наибольшая — 1,5 вт (большие искажения). Промежуточная частота — 460 кГц.

В модернизированном приемнике, выпускаемом под наименованием «Рекорд-47», промежуточная частота 115 кГц.

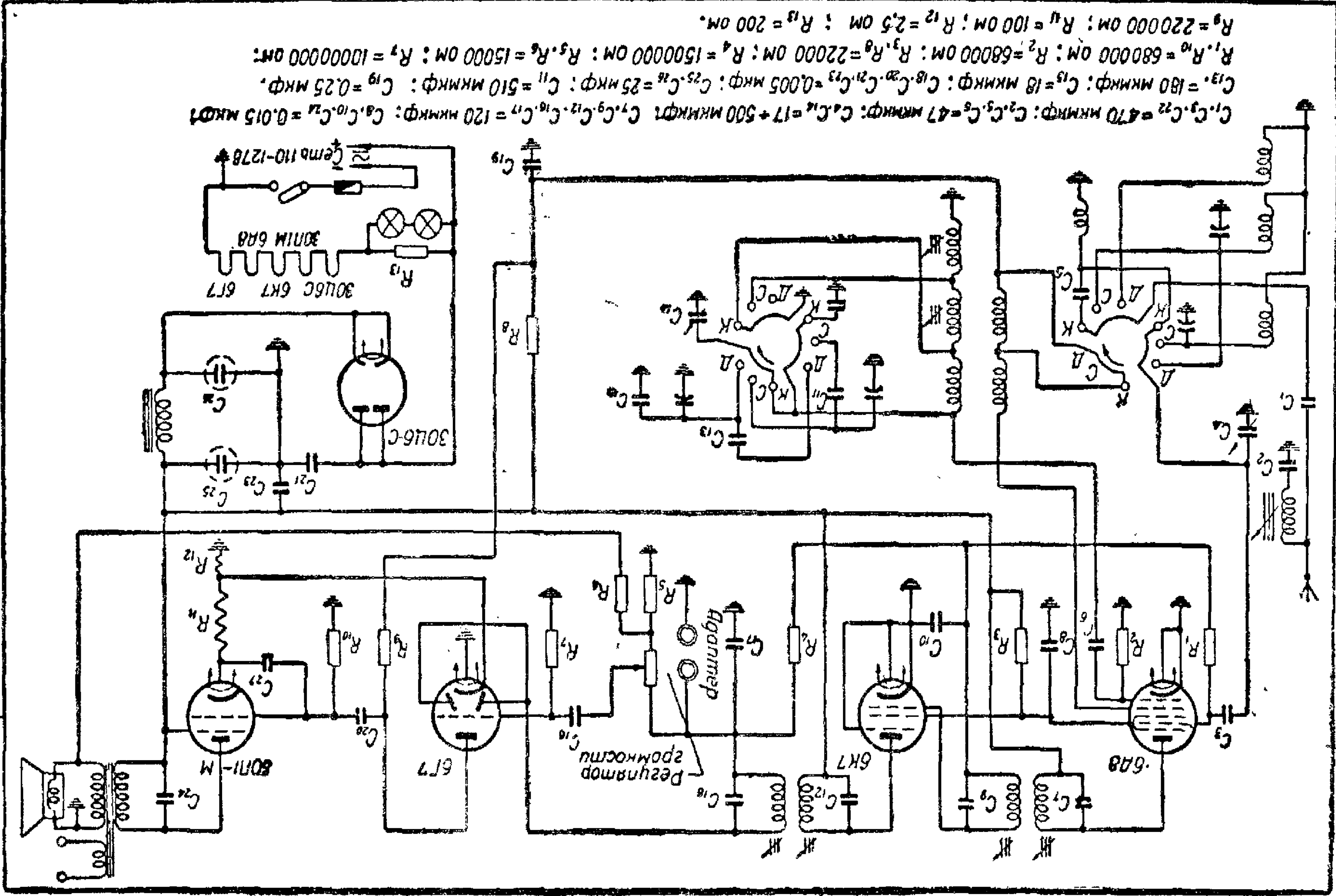


Рис. 175. Принципиальная схема приемника «Рекорд».

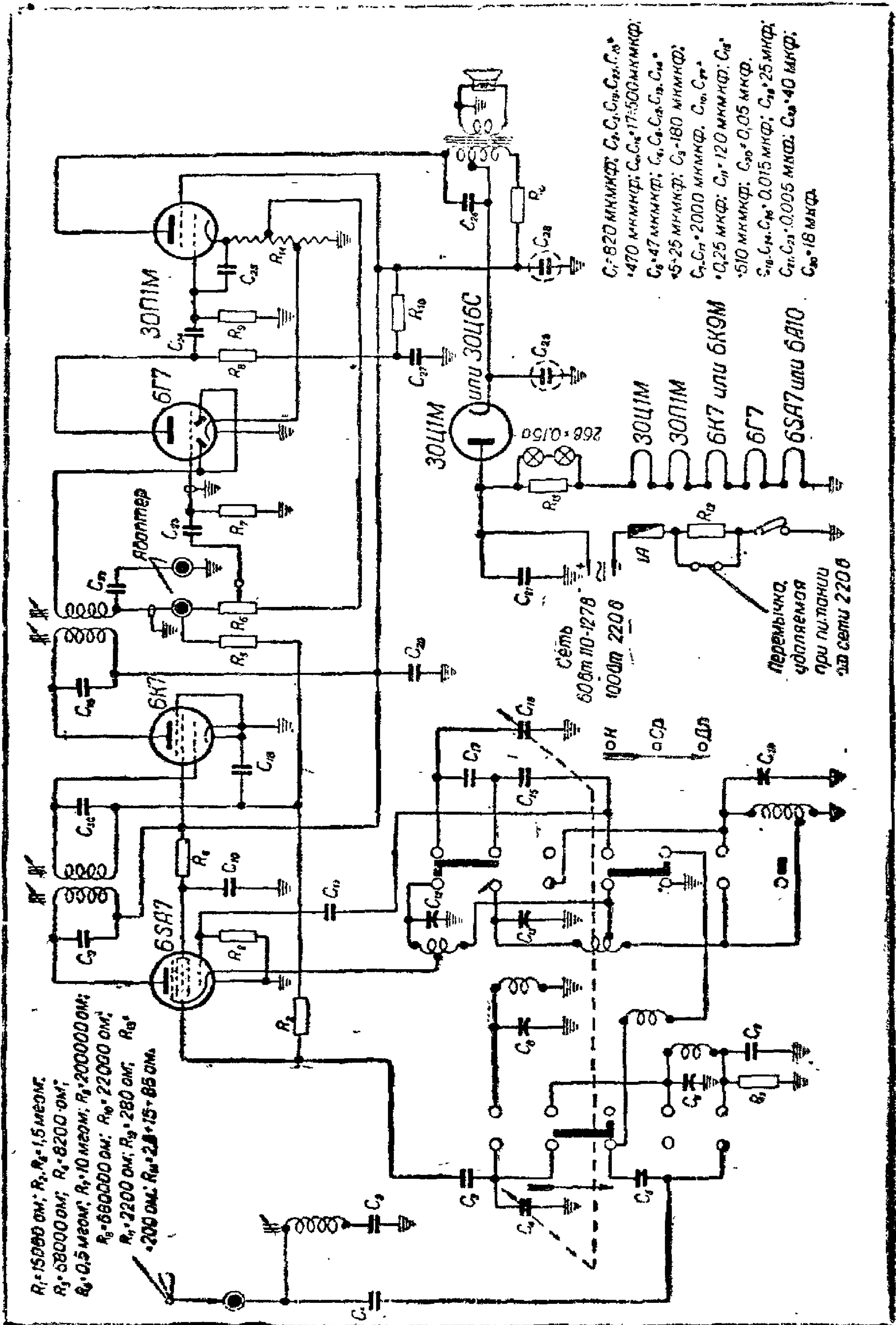


Рис. 176. Принципиальная схема приемника «Рекорд», модель 1947 г.

Приемник имеет 1,5-ваттный громкоговоритель динамического типа. Приемник потребляет от сети мощность до 60 вт.

Для включения в сеть 220 в (постоянного или переменного тока) необходимо последовательно с приемником присоединить добавочное сопротивление в 280 ом, рассчитанное на ток 0,4 а.

В качестве добавочного сопротивления может быть использована осветительная лампа на 120 в 40 вт, включаемая последовательно в цепь питания приемника. В новой модели приемника (выпуска 1947 г.) для работы от электрической сети 220 в имеется специальное гасящее сопротивление. Если при включении в сеть постоянного тока приемник молчит, необходимо вынуть вилку из штепселя и, повернув ее на 180°, вставить вновь.

Этот же способ можно рекомендовать в том случае, если при питании от сети переменного тока приемник работает с повышенным фоном.

Приемник работает на лампах: 6А8 (или 6А10)—преобразователь 6К7 (или 6К9М) — усилитель промежуточной частоты; 6Г7 — детектор, автоматический регулятор чувствительности и усилитель низкой частоты; 30ПМ — оконечный усилитель; 30Ц6С — выпрямитель.

На передней стороне приемника имеется три ручки управления. Центральная ручка служит для настройки приемника; левая ручка служит для включения и выключения его, а также регулирует громкость; правая ручка переключает диапазоны.

Шкала настройки приемника разделена на три диапазона: длинноволновый, средневолновый и коротковолновый.

Для приемника рекомендуется антенное устройство с длиной горизонтальной части 10—15 м и с высотой не менее 5 м над крышей или просто вертикальный провод, поднятый на такую же высоту. Подключение к приемнику заземления не разрешается.

На рис. 175 и 176 приведены принципиальные схемы приемников «Рекорд» и «Рекорд-47», а на рис. 174—схема размещения ламп на шасси приемника.

Для подключения адаптера к приемнику на задней стенке шасси имеются специальные гнезда.

Приемник «Салют»

Радиоприемник «Салют» предназначен для использования в местностях, имеющих сеть переменного тока напряжением 110, 127 или 220 в.

Шкала приемника разбита на пять поддиапазонов: длинноволновый—2000—730 м (150—410 кГц), средневолновый — 545—200 м (550—1500 кГц), коротковолновый—70—25 м (4280—12 400 кГц) и два растянутых поддиапазона — 25 и 19 м.

Приемник работает на лампах: 6А8 (преобразователь), 6К7 (усилитель промежуточной частоты), 6Г7 (второй детектор и усилитель низкой частоты), 6Ф6 (усилитель низкой частоты — оконечный каскад) и 5Ц4С (выпрямитель).

Промежуточная частота приемника — 465 кГц.

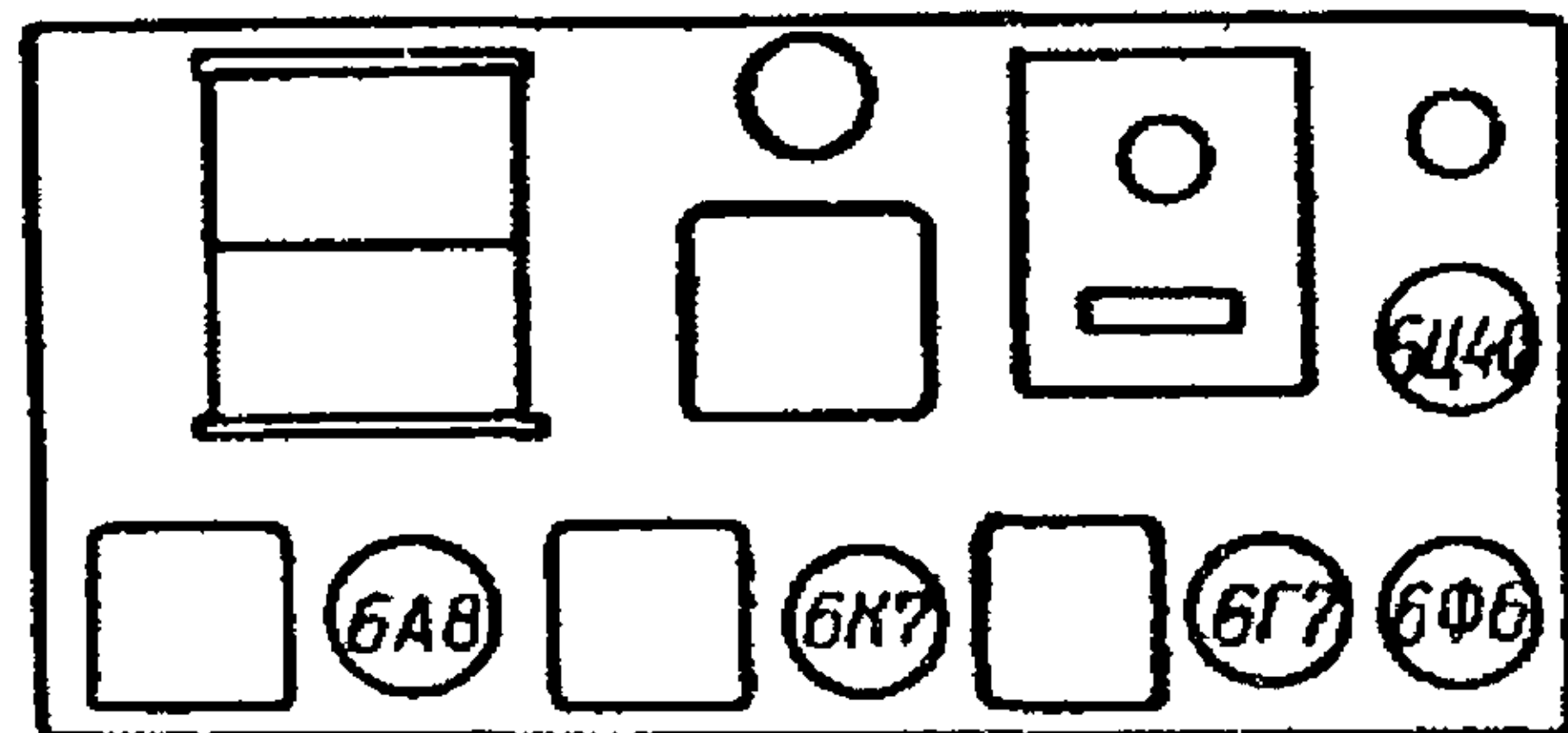


Рис. 177. Схема размещения ламп на шасси приемника «Салют».

Потребляемая мощность от сети переменного тока—75 вт.

На лицевой стороне приемника под шкалой размещены четыре ручки управления приемником: ручка настройки, ручка регулятора громкости, ручка регулятора тона с выключателем сети и переключатель диапазонов. С задней стороны приемника на шасси имеются гнезда для подключения антенны и земли и адаптерные гнезда.

На рис. 177 показано размещение ламп на шасси приемника, а на рис. 178 приведена принципиальная схема приемника «Салют».

Приемник ВЭФ М-557

Радиоприемник ВЭФ М-557 предназначен для использования в местностях, имеющих сеть переменного тока напряжением 110, 127 или 220 в.

В приемнике имеется возможность расширения полосы пропускания высоких частот, что позволяет принимать хорошо слышимые станции с повышенным качеством воспроизведения.

Для улучшения качества звучания в схеме низкочастотной части применена отрицательная обратная связь.

Приемник снабжен оптическим указателем настройки. Имеется адаптерный вход.

По схеме приемник ВЭФ М-557—шестилампный супергетеродин, имеющий диапазоны: длинные волны 2000—698 м (150—430 кГц), средние волны 579—197 м (518—1523 кГц) и короткне волны 51,3—16,3 м (5860—18 400 кГц). Промежуточная частота—469 кГц.

Выходная мощность приемника—3 вт при клирфакторе, не превышающем 10%. Потребляемая от сети мощность—60 вт.

В приемнике имеются следующие каскады и лампы: преобразователь частоты—лампа 6А8; усилитель промежуточной частоты—лампа 6К7; детектор, автоматический регулятор чувствительности и предварительный усилитель низкой частоты—лампа 6Г7; оконечный каскад—лампа 6Ф6; оптический индикатор настройки—лампа 6Е5; выпрямитель—лампа 5Ц4С.

Настройка приемника на желаемую станцию производится поворотом средней ручки, а переключение на расширенную полосу пропускания достигается вытягиванием этой же ручки к себе.

В приемнике предусмотрена возможность включения дополнительного репродуктора—маломощного динамика с постоянным магнитом, без выходного трансформатора, с омическим сопротивлением звуковой катушки 8—10 ом.

На рис. 179 показано размещение ламп на шасси приемника, а на рис. 180 приведена принципиальная схема приемника ВЭФ М-557.

Приемник 6Н-25

Приемник 6Н-25 работает от сети переменного тока 110, 127 или 220 в и может принимать радиостанции с длиной волн: от 16,8 до 19,9 м (17 900—15 100 кГц), от 24,7 до 31,6 м (12 100—9450 кГц), от 187,5 до 576 м (1600—520 кГц) и от 714 до 2000 м (420—150 кГц).

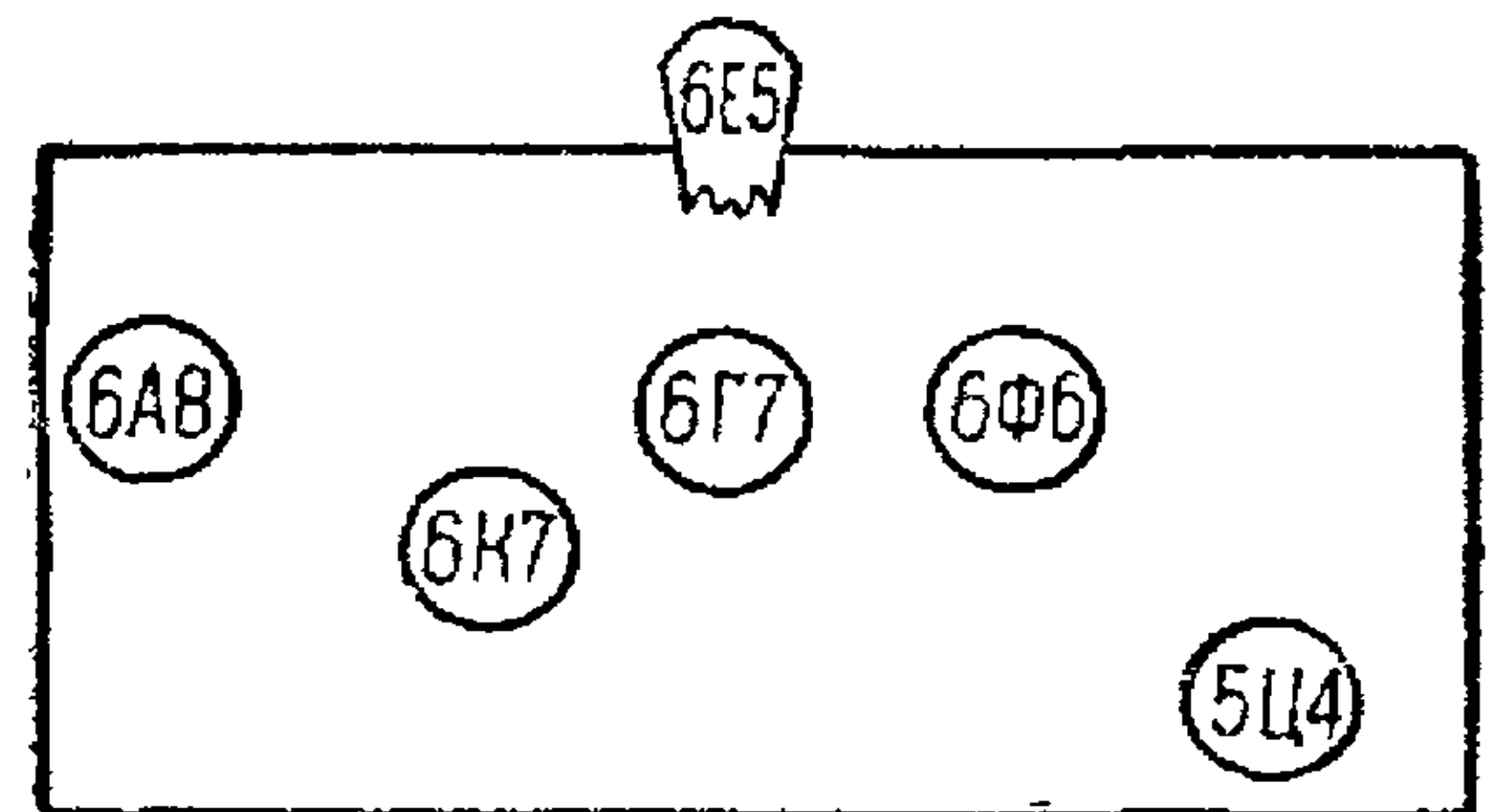


Рис. 179. Схема размещения ламп на шасси приемника ВЭФ М-557.

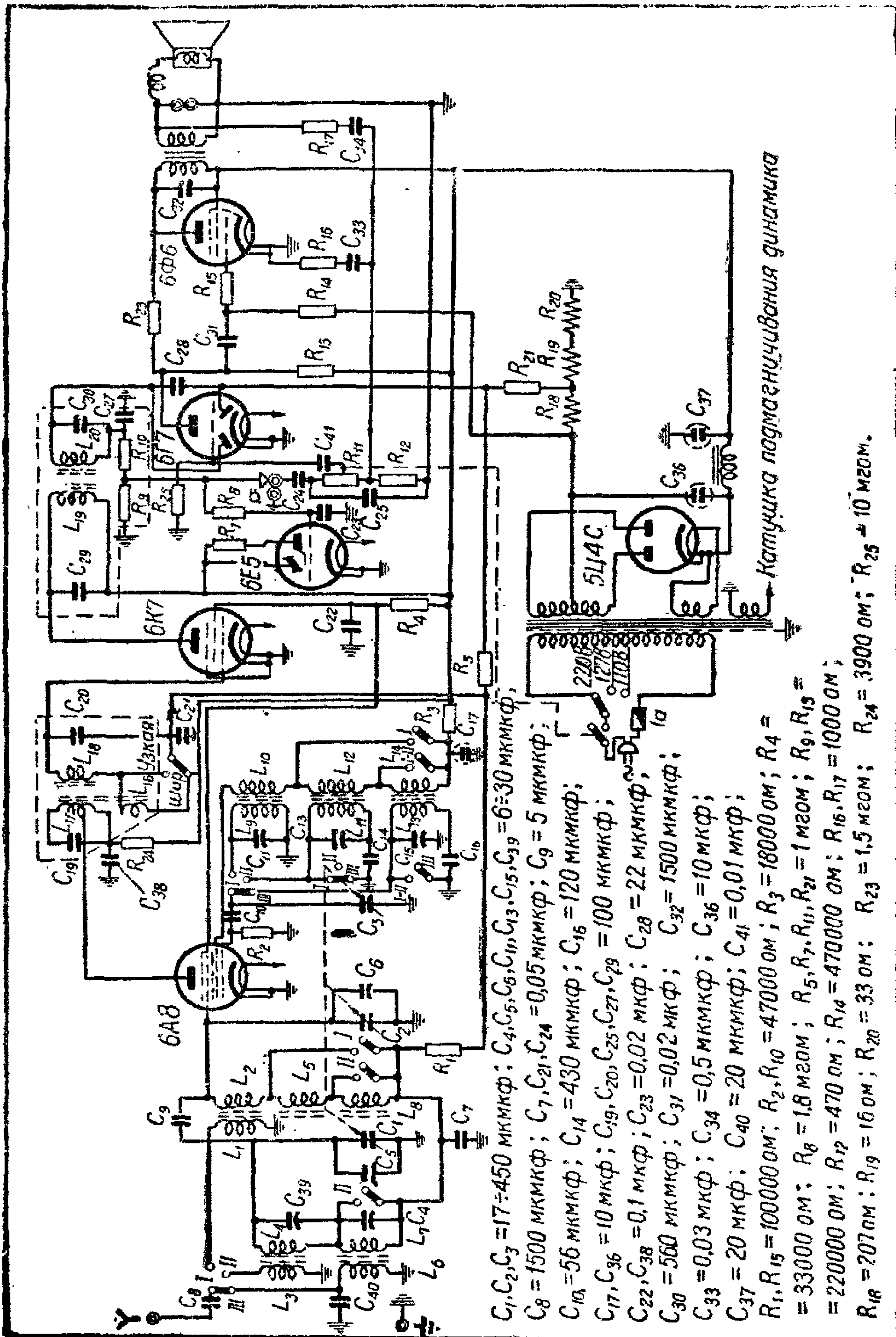


Рис. 180. Принципиальная схема приемника ВЭФ М-557.

По схеме—это шестилампный супергетеродин на лампах: 6А8, 6К7, 6Г7, 6Ф6 (2 шт.) и 5Ц4С.

Выходная неискаженная мощность приемника — 3 вт, наибольшая — 5 вт. Приемник имеет пятываттный громкоговоритель электродинамического типа.

Мощность, потребляемая от сети, — 95 вт. Промежуточная частота — 460 кГц.

На передней стенке ящика приемника имеются ручки управления: левая ручка—выключатель и регулятор тона, средняя, укрепленная на общей оси с ручкой настройки,— переключатель диапазонов и правая— регулятор громкости.

Шкала настройки приемника разделена на четыре диапазона: длинноволновый, средневолновый и два коротковолновых „растянутых“ диапазона.

В приемниках другого варианта третий диапазон включает все коротковолновые поддиапазоны. Переключают диапазоны поворотом рукоятки «переключатель» (средняя рукоятка).

Для включения адаптера на задней стороне приемника имеются специальные гнезда. Желательно, чтобы вся проводка от адаптера была сделана бронированным (с металлической оболочкой) проводом. Броню следует заземлить, что значительно ослабит помехи.

При воспроизведении записи граммофонных пластинок громкость звучания регулируется ручкой приемника «регулятор громкости».

После окончания проигрывания пластинок и для перехода на прием радиопередачи необходимо шнур адаптера от приемника отключить.

На рис. 181 показано размещение ламп на шасси приемника, а на рис. 182 — принципиальная схема приемника 6Н-25.

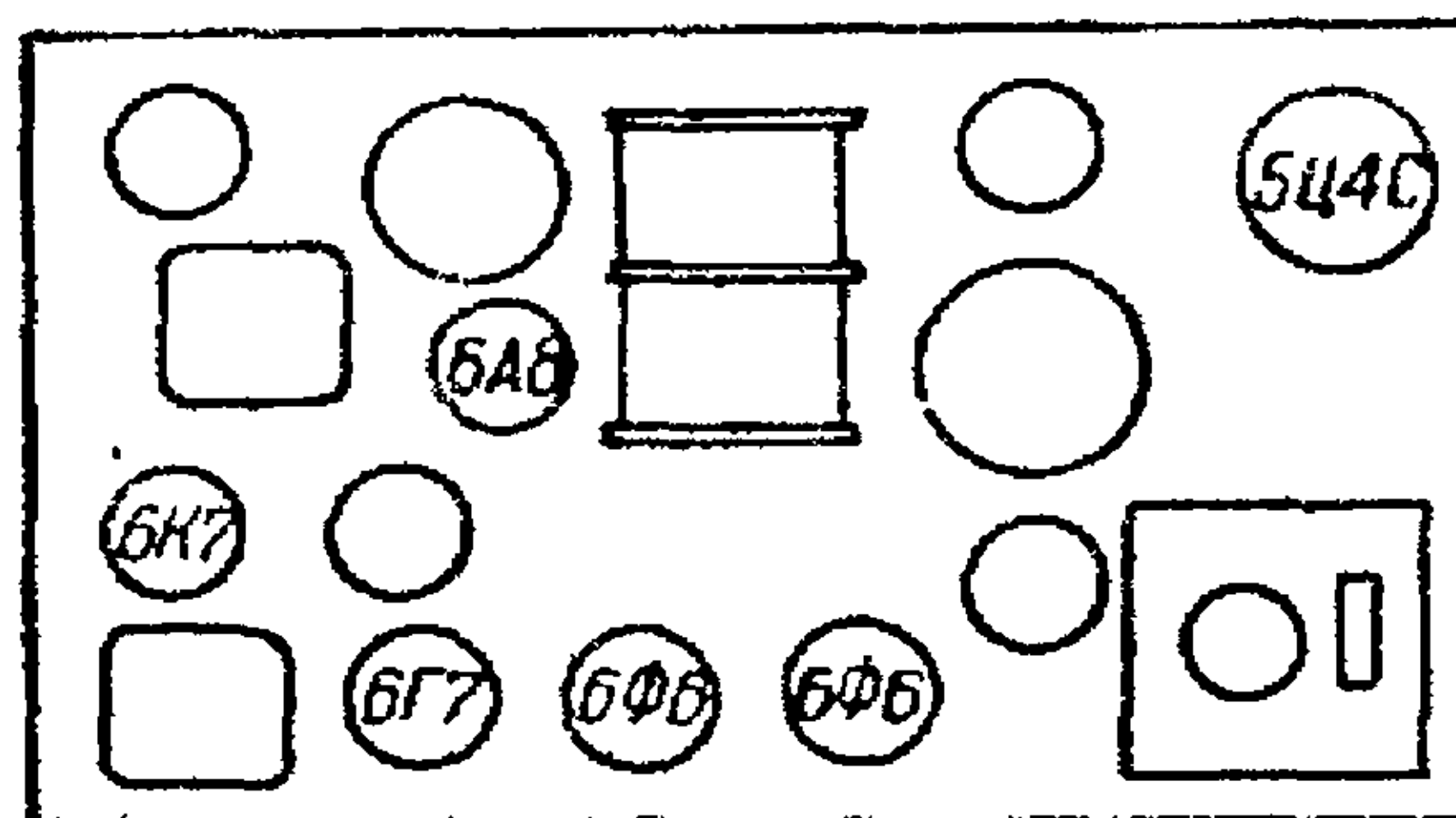


Рис. 181. Схема размещения ламп на шасси приемника 6Н-25.

Приемник «Электросигнал-2»

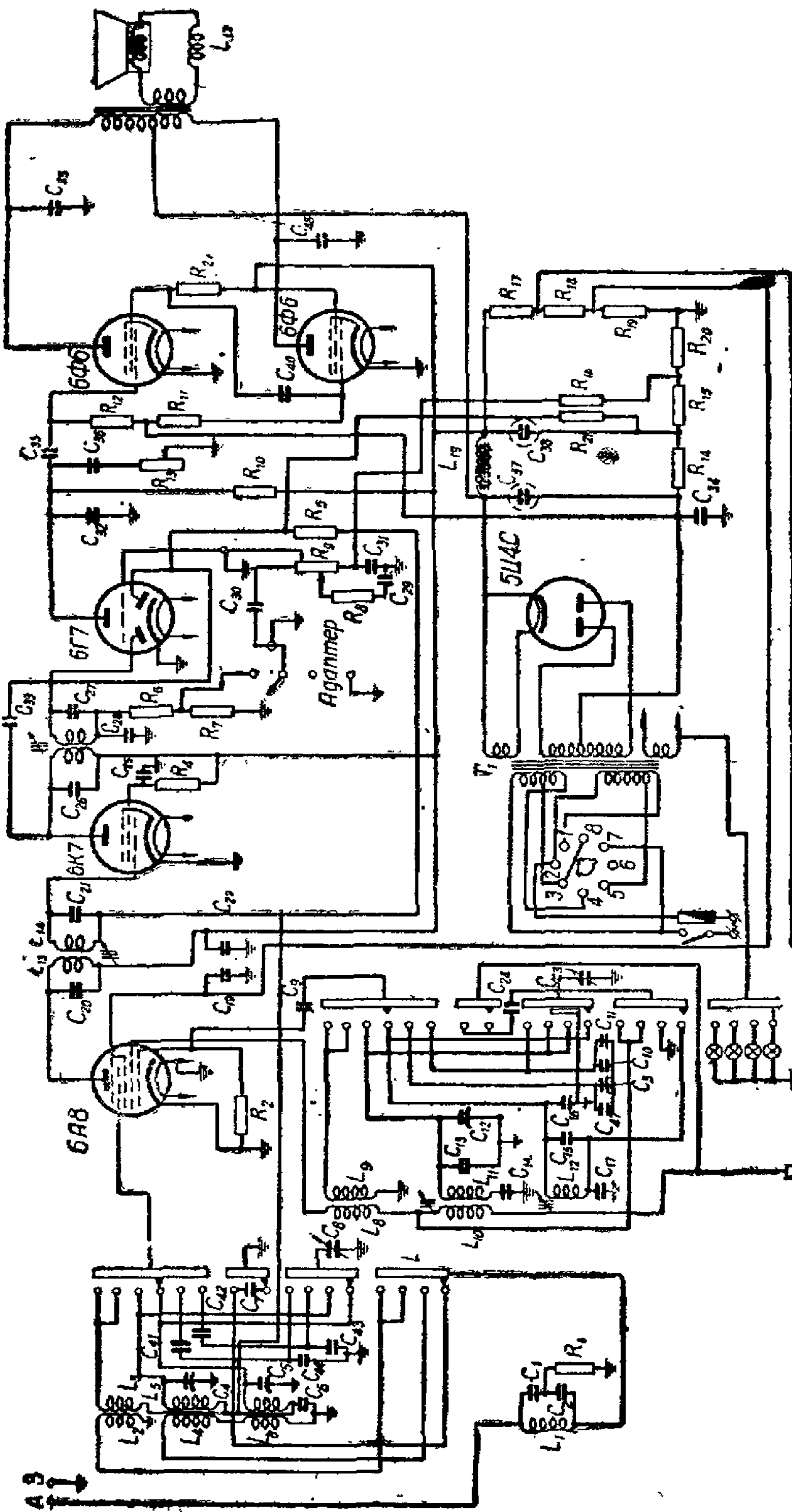
Приемник «Электросигнал-2» представляет собой супергетеродин с питанием от сети переменного тока 110, 127 и 220 в.

Характерной особенностью приемника является применение апериодического усиления высокой частоты и наличие двух перпендикулярно расположенных экранированных рамочных антенн, размещенных в ящике. В приемнике также имеются клеммы для присоединения нормальной наружной антенны.

Потребляемая приемником от сети мощность — 60 вт. Номинальная выходная мощность приемника при клирфакторе около 10% составляет 3,5 вт.

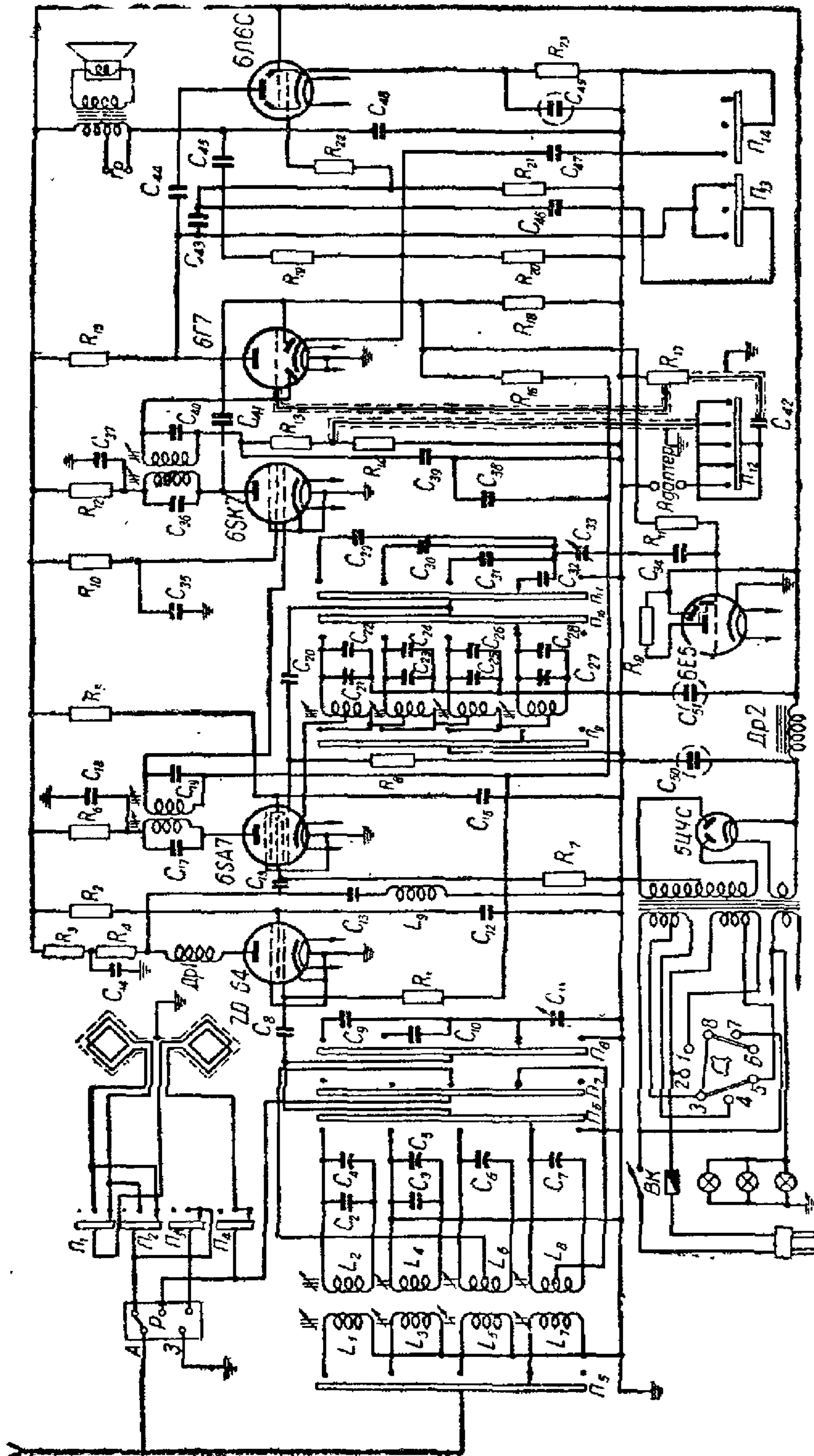
Шкала приемника имеет четыре диапазона: длинные волны 2000—730 м (150—410 кГц), средние волны 525—200 м (570—1500 кГц) и короткие волны 35—16,4 м (8,55 — 18,3 мГц) и 37,5—70,5 м (8 — 4,25 мГц).

В приемнике имеются следующие каскады и лампы: усилитель



$C_1, C_2 = 1000$ мккф; $C_3, C_4, C_7 = 2 \div 20$ мккф; $C_5, C_{12}, C_{16} = 2 \div 20$ мккф; $C_7, C_{24} = 47$ мккф; $C_6, C_{25}, C_{31}, C_{34} = 0,1$ мкф; $C_8, C_{23} = 11 \div 490$ мккф; $C_9 = 82$ мккф; $C_{10}, C_{43} = 180$ мккф;
 $C_{13} = 12$ мккф; $C_{15} = 68$ мккф; $C_{17}, C_{28} = 180$ мккф; $C_{18}, C_{27} = 10$ мкф; $C_{19}, C_{22} = 0,25$ мкф; $C_{20}, C_{21}, C_{26}, C_{27} = 120$ мккф; $C_{22}, C_{35}, C_{36}, C_{46} = 0,005$ мккф; $C_{29} = 0,007$ мккф;
 $C_{30}, C_{33}, C_{40} = 0,01$ мкф; $C_{32}, C_{42}, C_{46} = 220$ мккф; $C_{38} = 16$ мкф; $C_{39} = 100$ мккф; $C_{41}, C_{45} = 51$ мккф; $C_{47} = 27$ мккф; $C_{14} = 4700$ мккф;
 $R_1 = 15000$ ом; $R_2, R_6 = 56000$ ом; $R_3 = 6800$ ом; $R_4 = 100000$ ом; $R_5 = 2,2$ мгом; $R_8 = 33000$ ом; $R_9 = 2$ мгома; $R_{10}, R_{16} = 470000$ ом;
 $R_{11}, R_{12}, R_{13} = 0,5$ мгом; $R_{14} = 148$ ом; $R_{15}, R_{20} = 16 \div 19$ ом; $R_{17} = 8000$ ом; $R_{18} = 9000$ ом; $R_{19} = 47000$ ом; $R_{21} = 1,5$ мгома; $R_{22} = 3900$ ом.

Рис. 182. Принципиальная схема приемника 6Н-25.



$C_1 = 7 \text{ мккф}$; $C_2, C_3, C_{22}, C_{26} = 15 \text{ мккф}$; $C_4, C_5, C_6, C_7, C_{21}, C_{23}, C_{25}, C_{27} = 5 \div 20 \text{ мккф}$; $C_8 = 100 \text{ мккф}$; $C_9, C_{10}, C_{29} = 470 \text{ мккф}$; $C_{11}, C_{33} = 1 \div 490 \text{ мккф}$; $C_{12}, C_{18}, C_{33}, C_{45} = 0,01 \text{ мкф}$;
 $C_{19} = 47 \text{ мккф}$; $C_{14}, C_{34}, C_{38}, C_{47} = 0,1 \text{ мкф}$; $C_{15}, C_{30} = 390 \text{ мккф}$; $C_{17}, C_{19}, C_{36}, C_{40}, C_{44} = 120 \text{ мккф}$; $C_{18} = 6800 \text{ мккф}$; $C_{20} = 82 \text{ мккф}$;
 $C_{24} = 30 \text{ мккф}$; $C_{28} = 56 \text{ мккф}$; $C_{31}, C_{43} = 560 \text{ мккф}$; $C_{32} = 200 \text{ мккф}$; $C_{37} = 68000 \text{ мккф}$; $C_{39} = 180 \text{ мккф}$; $C_{41} = 91 \text{ мккф}$; $C_{46} = 56000 \text{ мккф}$;
 $C_{48} = 56000 \text{ мккф}$; $C_{49} = 50 \text{ мккф}$; $C_{50}, C_{51} = 20 \text{ мккф}$;
 $R_1, R_9, R_{11}, R_{18} = 1 \text{ мгом}$; $R_2 = 36000 \text{ ом}$; $R_3, R_{22} = 1000 \text{ ом}$; $R_4 = 3600 \text{ ом}$; $R_5 = 15000 \text{ ом}$; $R_6 = 10000 \text{ ом}$; $R_7 = 10000 \text{ ом}$; $R_8 = 30000 \text{ ом}$; $R_{10} = 56000 \text{ ом}$;
 $R_{12} = 6800 \text{ ом}$; $R_{13} = 55000 \text{ ом}$; $R_{14} = 220 \text{ ом}$; $R_{15}, R_{19} = 200000 \text{ ом}$; $R_{16}, R_{17} = 21 \text{ ом}$; $R_{20} = 680 \text{ ом}$; $R_{21} = 0,5 \text{ мгом}$; $R_{23} = 300 \text{ ом}$.

Рис. 183. Принципиальная схема приемника «Электросигнал-2».

высокой частоты — лампа Z-62*, преобразователь частоты — лампа 6SA7, усилитель промежуточной частоты — лампа 6SK7, детектор, автоматический регулятор чувствительности и предварительный усилитель низкой частоты — лампа 6Г7, оконечный усилитель — лампа 6Л6С, оптический индикатор настройки — лампа 6Е5, выпрямитель — лампа 5Ц4С.

В приемнике «Электросигнал-2» установлен динамический громкоговоритель с постоянным магнитом мощностью 3 вт.

На заднюю стенку шасси приемника вынесены клеммы, «антенна», «земля» и адаптерные гнезда.

На рис. 183 приведена принципиальная схема приемника «Электросигнал-2».

Приемник «Москвич» (528-6)

Радиоприемник «Москвич» представляет собой супергетеродин второго класса, предназначенный для городского радиослушателя.

Основной особенностью радиоприемника является его пониженная чувствительность к промышленным помехам и устойчивая работа при пониженном напряжении в электросети.

Приемник имеет три диапазона: длинноволновый от 733 до 2000 м, средневолновый от 215 до 575 м и коротковолновый от 24,6 до 70 м.

Выходная мощность — около 2 вт при коэффициенте нелинейных искажений 10%.

Приемник работает на лампах: 6SA7, 6К7 (2 шт.), 6Е5, 6Г7, 30П1М, и 30Ц6С.

Понижение чувствительности приемника к помехам достигнуто тем, что приемник работает от специальной рамочной антенны, находящейся в ящике приемника.

При эксплуатации приемника «Москвич» следует учитывать, что его рамка обладает некоторым направленным действием. Поэтому надо найти такое его положение, при котором большинство принимаемых станций будет слышно с наибольшей громкостью. В центральной полосе страны такой наивыгоднейшей ориентировкой приемника является ориентировка по линии запад—восток. В южных и северных районах лучшие результаты дает ориентировка по линии север—юг (ориентируется приемник по его длине).

В приемнике «Москвич» предусмотрена возможность присоединения наружной антенны взамен его рамочной. Для этого нужно разомкнуть имеющуюся в приемнике перемычку, соединяющую конденсаторы C_5 и C_6 , и присоединить антенну к конденсатору C_6 . Применение наружной антенны можно рекомендовать в случаях отсутствия помех.

Питание приемника — бестрансформаторное. Нити накала всех ламп соединены последовательно и через барретер включаются непосредственно в осветительную сеть. Для переключения приемника на то или иное напряжение сети достаточно установить в нем барретер для требуемого напряжения сети (т. е. взамен барретера, предназначенного для работы в сети напряжением 127 в, устанавливается барретер для напряжения сети в 220 в).

Заземление к приемнику подключать нельзя.

На рис. 184 приведена принципиальная схема приемника «Москвич».

* В первом варианте приемника — лампа ZD-64.

Приемник «Урал»

Приемник «Урал» представляет собой шестилампный супергетеродин с питанием от сети переменного тока 110, 127 или 220 в. Потребляемая от сети мощность — 80 вт.

Приемник предназначен для индивидуального радиослушания и обеспечивает громкоговорящий прием в пределах комнаты средней величины.

Приемник снабжен оптическим указателем настройки. Имеется адаптерный вход для воспроизведения граммофонных записей.

Приемник имеет три диапазона волн: от 2000 до 714 м (150 — 420 кГц), от 566 до 200 м (530—1500 кГц), и от 75 до 25 м (4000 — 12 000 кГц).

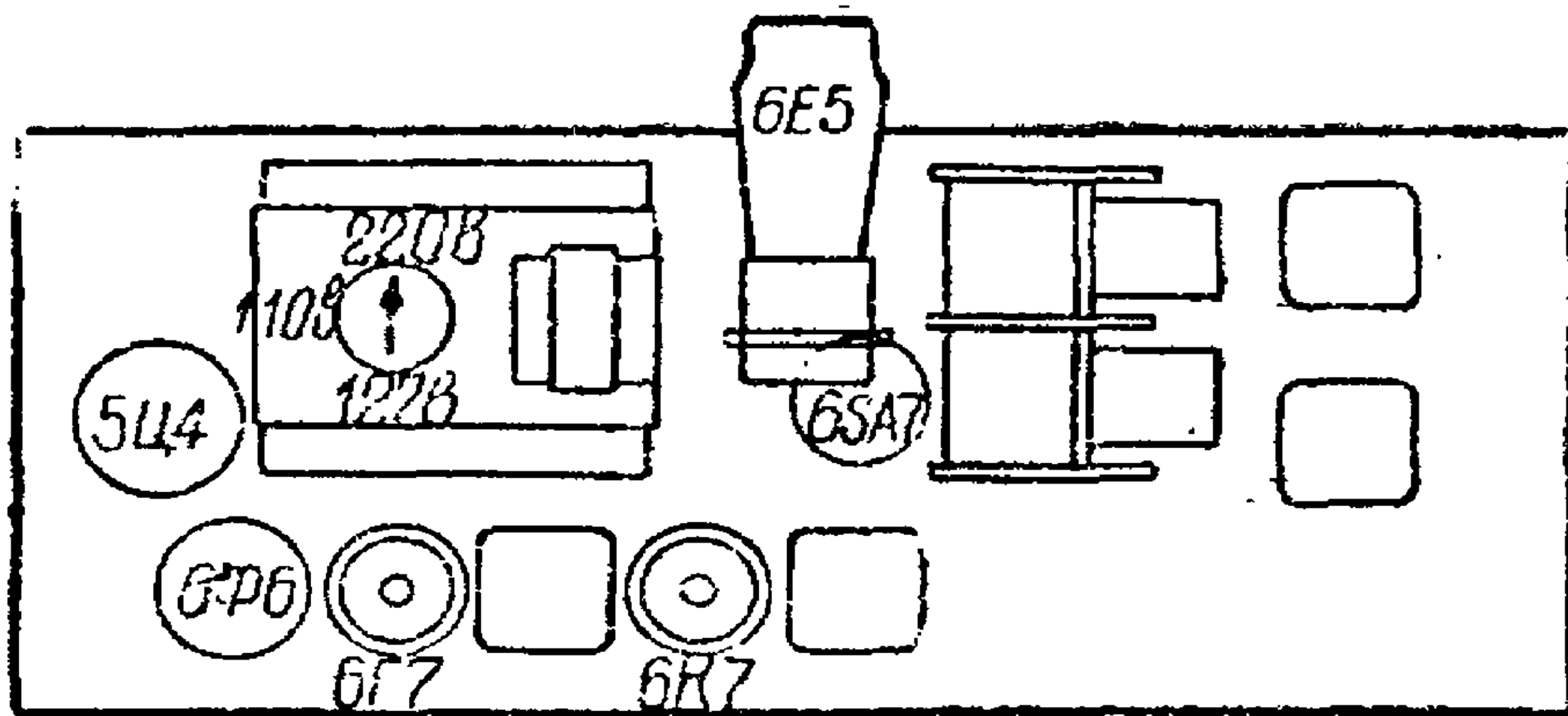


Рис. 185. Схема размещения ламп на шасси приемника «Урал».

Выходная неискаженная мощность приемника—2 вт.

На передней стенке ящика помещены четыре ручки управления приемником: правая верхняя ручка — регулятор громкости и выключатель сети, правая нижняя — ручка настройки, левая верхняя — регулятор тембра и левая нижняя — переключатель диапазонов.

При переключении диапазонов изменяется цвет освещения шкалы и освещается градуировка, соответствующая данному положению переключателя диапазонов волн.

При вращении ручки настройки скорость движения указателя на шкале увеличивается. Это изменение скорости настройки сделано для ускорения прохождения диапазона на длинных и средних волнах. Если оператор «пропустит» на коротких волнах нужную ему станцию или не может при большой скорости движения стрелки (и конденсатора настройки) найти станцию, то достаточно изменить направление вращения ручки верньера, чтобы скорость настройки опять уменьшилась.

На задней стороне приемника размещены клеммы «антенна», «земля» и гнезда для подключения адаптера. Адаптерные гнезда приемника автоматические: при включении в них штепсельной вилки адаптера приемная часть автоматически отключается.

При проигрывании граммофонных пластинок громкость и тембр воспроизведения регулируются теми же ручками, что и при приеме радиостанций. Закончив проигрывание пластинок, необходимо вынуть вилку адаптера из гнезд приемника, иначе приемная часть остается отключенной.

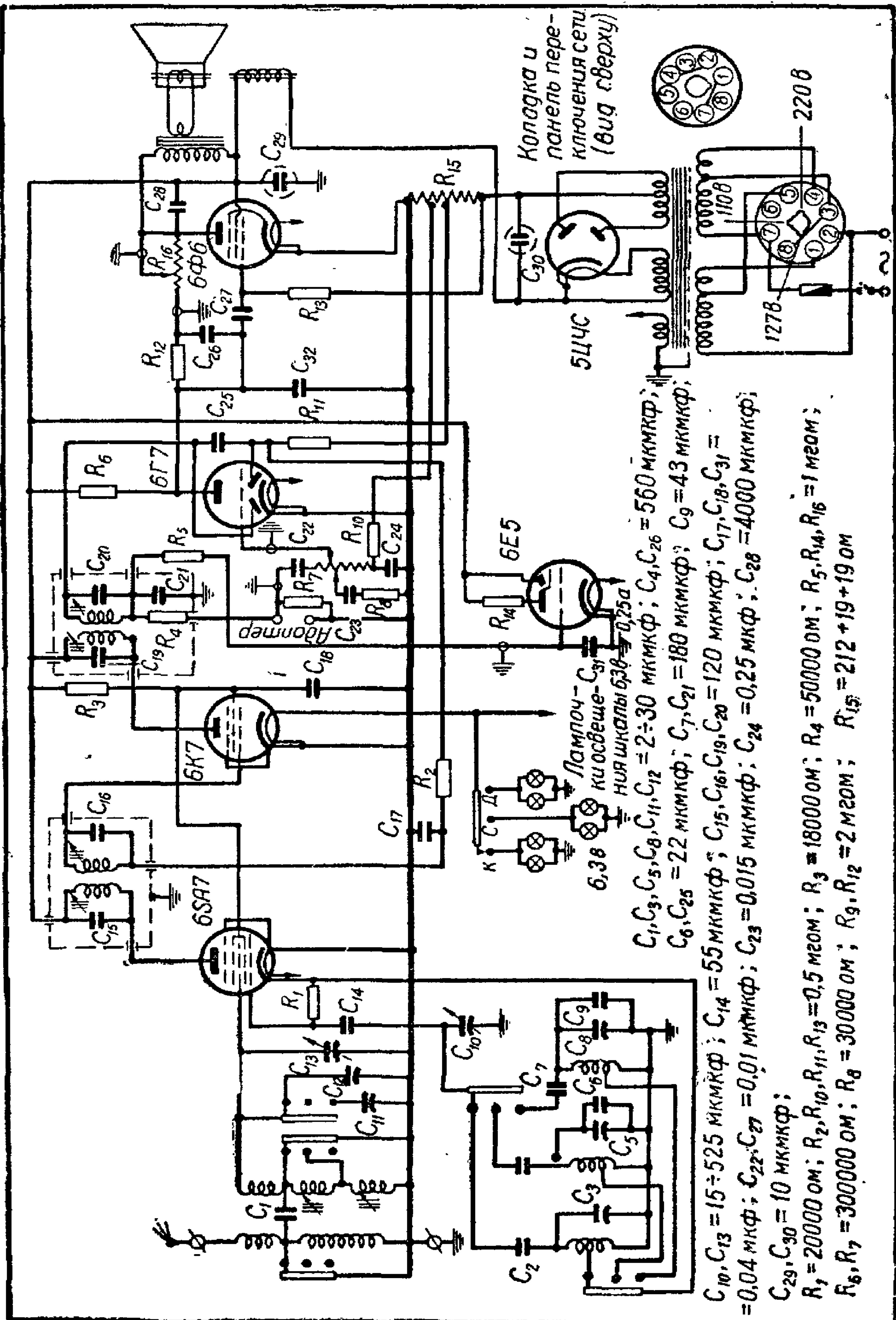
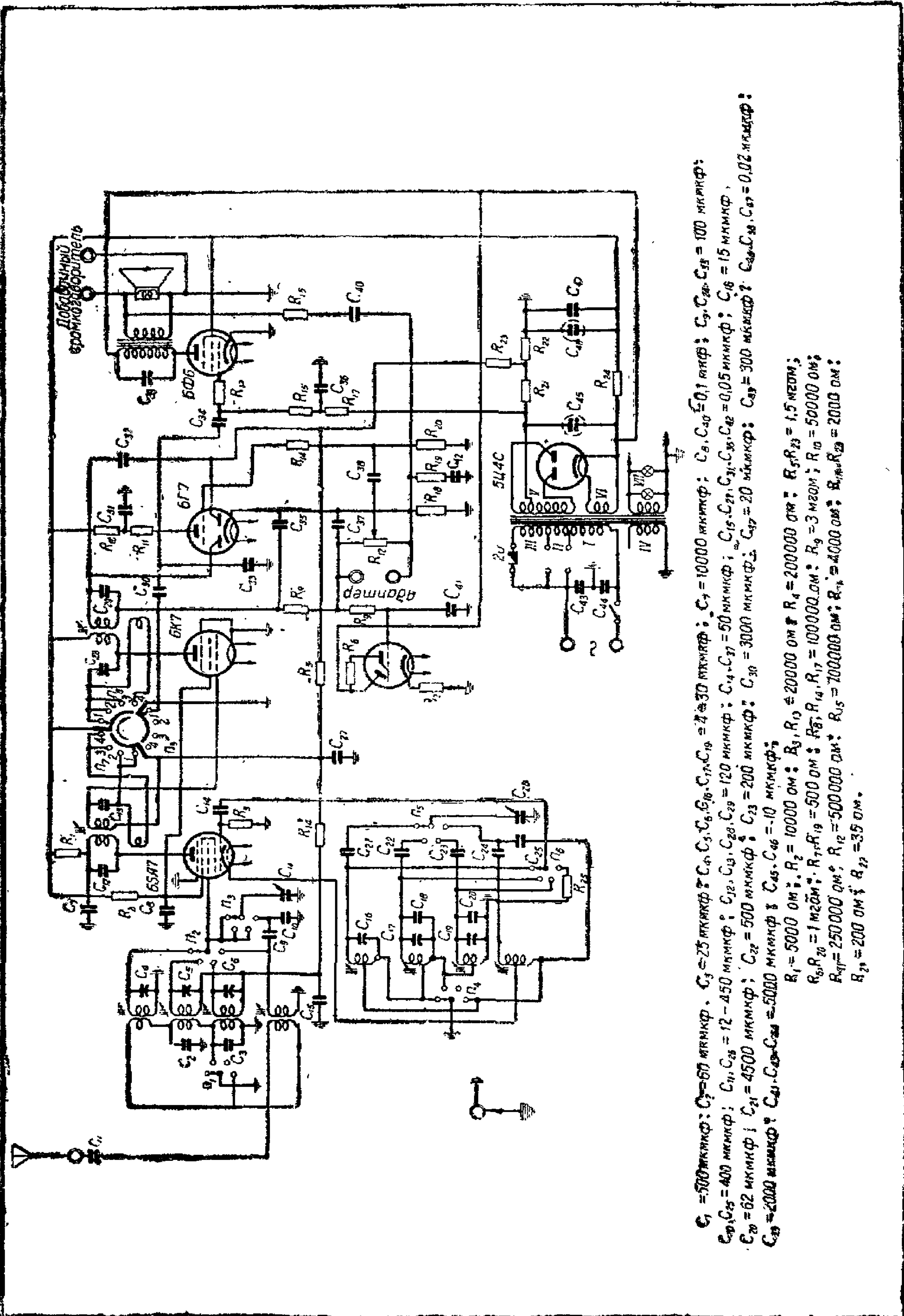


Рис. 186. Принципиальная схема приемника «Урал».



$C_1 = 500 \text{ мккф}$; $C_2 = 60 \text{ мккф}$; $C_3 = 25 \text{ мккф}$; $C_4 = 10000 \text{ мккф}$; $C_5, C_{10} = 2 \text{ и } 30 \text{ мккф}$; $C_6, C_{16}, C_{17}, C_{19} = 2 \text{ и } 30 \text{ мккф}$; $C_7 = 10000 \text{ мккф}$; $C_8, C_{10} = 0,1 \text{ мккф}$; $C_9, C_{20}, C_{25} = 100 \text{ мккф}$;
 $C_{11}, C_{25} = 400 \text{ мккф}$; $C_{11}, C_{25} = 12 - 450 \text{ мккф}$; $C_{12}, C_{19}, C_{20}, C_{29} = 120 \text{ мккф}$; $C_{14}, C_{27} = 50 \text{ мккф}$; $C_{15}, C_{21}, C_{31}, C_{30}, C_{42} = 0,05 \text{ мккф}$; $C_{16} = 15 \text{ мккф}$;
 $C_{20} = 62 \text{ мккф}$; $C_{21} = 4500 \text{ мккф}$; $C_{22} = 500 \text{ мккф}$; $C_{23} = 200 \text{ мккф}$; $C_{10} = 3000 \text{ мккф}$; $C_{17} = 20 \text{ мккф}$; $C_{18} = 300 \text{ мккф}$; $C_{19} = 300 \text{ мккф}$; $C_{20}, C_{28}, C_{27} = 0,02 \text{ мккф}$;
 $C_{29} = 2000 \text{ мккф}$; $C_{31}, C_{30}, C_{32} = 5000 \text{ мккф}$; $C_{45}, C_{46} = 10 \text{ мккф}$;
 $R_1 = 5000 \text{ ом}$; $R_2 = 10000 \text{ ом}$; $R_3, R_{13} = 20000 \text{ ом}$; $R_4 = 200000 \text{ ом}$; $R_5, R_{23} = 1,5 \text{ мгом}$;
 $R_6, R_{20} = 1 \text{ мгом}$; $R_7, R_{19} = 500 \text{ ом}$; $R_8, R_{14}, R_{17} = 100000 \text{ ом}$; $R_9 = 3 \text{ мгом}$; $R_{10} = 50000 \text{ ом}$;
 $R_{11} = 250000 \text{ ом}$; $R_{12} = 500000 \text{ ом}$; $R_{15} = 700000 \text{ ом}$; $R_{16} = 4000 \text{ ом}$; $R_{18}, R_{22} = 2000 \text{ ом}$;
 $R_{24} = 200 \text{ ом}$; $R_{27} = 35 \text{ ом}$.

Рис. 167. Принципиальная схема приемника «Миниск».

Антенна, рекомендуемая заводом для приемника «Урал», должна иметь длину 10—15 м и быть подвешенной на высоте 5—10 м.

На рис. 185 приведено размещение ламп на шасси приемника, а на рис. 186—принципиальная схема приемника «Урал».

Приемник «Минск»

Приемник «Минск» представляет собой шестилампный супергетеродин с питанием от сети переменного тока напряжением 110, 127 или 20 в.

Приемник имеет четыре ручки управления, размещенные на передней панели ящика. Левая ручка — регулятор громкости и выключатель питания. Средняя малая ручка — переключатель поддиапазонов волн. Средняя большая — ручка настройки. Правая ручка — регулятор избирательности и тона.

В приемнике имеются следующие каскады и лампы: 6SA7 — смеситель и гетеродин, 6K7 — усилитель промежуточной частоты, 6Г7 — детектор, автоматический регулятор чувствительности и предварительный усилитель низкой частоты, 6Ф6 — окончательный усилитель, 5Ц4 — выпрямитель. Лампочки освещения шкалы — 6,3 в.

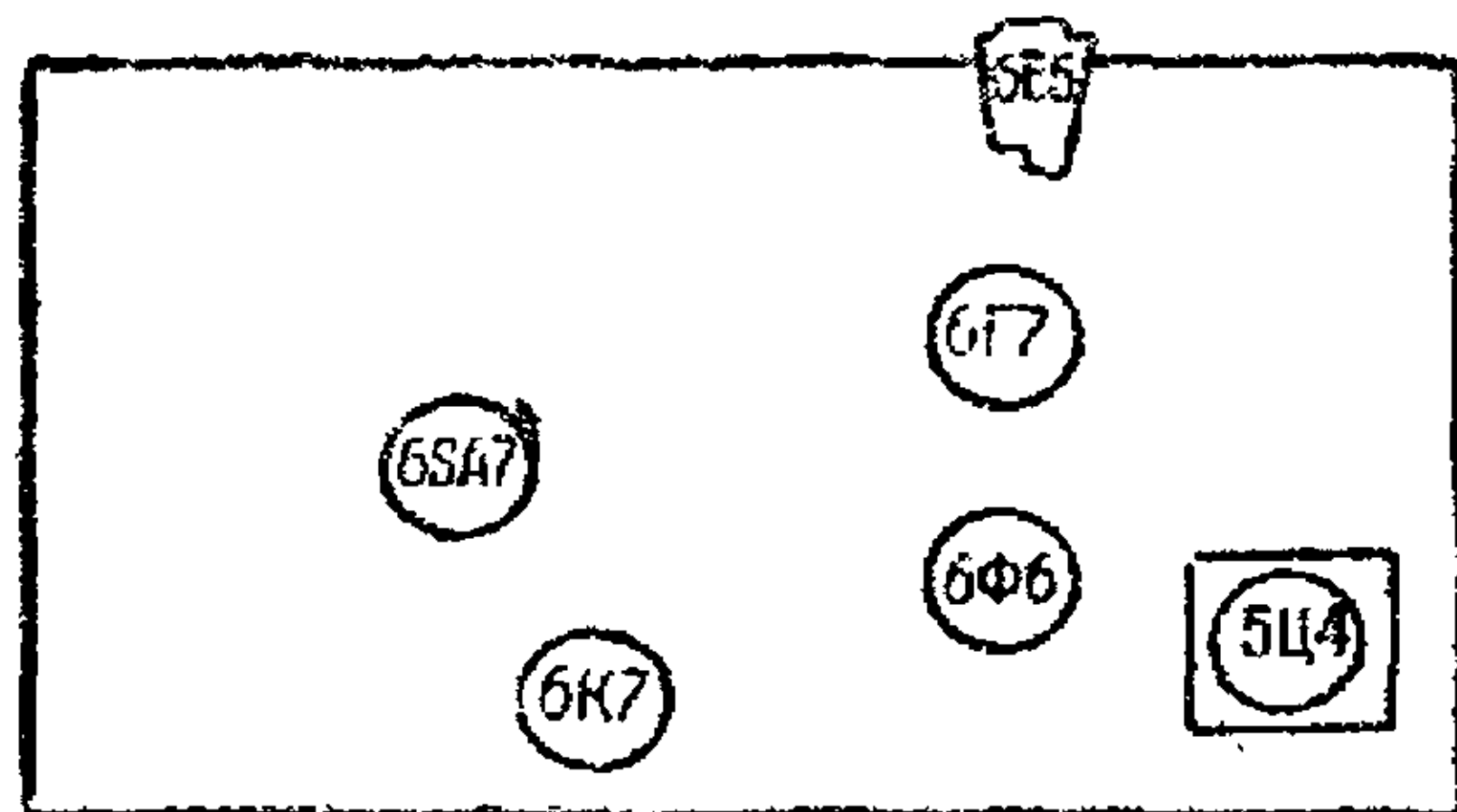


Рис. 188. Схема размещения ламп на шасси приемника «Минск».

Диапазон принимаемых приемником волн: длинные волны от 715 до 2000 м (420—150 кГц), средние волны от 200 до 577 м (1500—520 кГц), короткие волны от 24,59 до 69,76 м (12,2—4,3 мГц) и растянутая полоса от 19,43 до 20,17 м (15,44—14,87 мГц).

Промежуточная частота — 468 кГц.

Выходная мощность приемника — 2 вт. Потребляемая от сети мощность — 60 вт.

На рис. 187 приведена принципиальная схема приемника «Минск», а на рис. 188 показано размещение ламп на шасси приемника.

Приемник VV-661

Приемник VV-661 является приемником супергетеродинного типа с питанием от сети переменного тока напряжением 110, 127 или 220 в.

Потребляемая приемником от сети мощность 70 вт.

Приемник имеет комплект ламп: 6SA7 — гетеродин и первый детектор, 6K7 — усилитель промежуточной частоты, 6Г7 — второй детектор, автоматический регулятор чувствительности и усилитель низкой частоты, 6Ф6 — выходной усилитель мощности, 6Е5 — оптический индикатор настройки и 5Ц4 — выпрямитель.

Диапазон принимаемых приемником частот: длинные волны 2000—1000 м (150—300 кГц), средние волны 575—200 м (520—1500 кГц), короткие волны 50—18,75 м (6—16 мГц). Промежуточная частота 465 кГц.

Выходная мощность приемника 1,5 вт, при клирфакторе, не превышающем 10%.

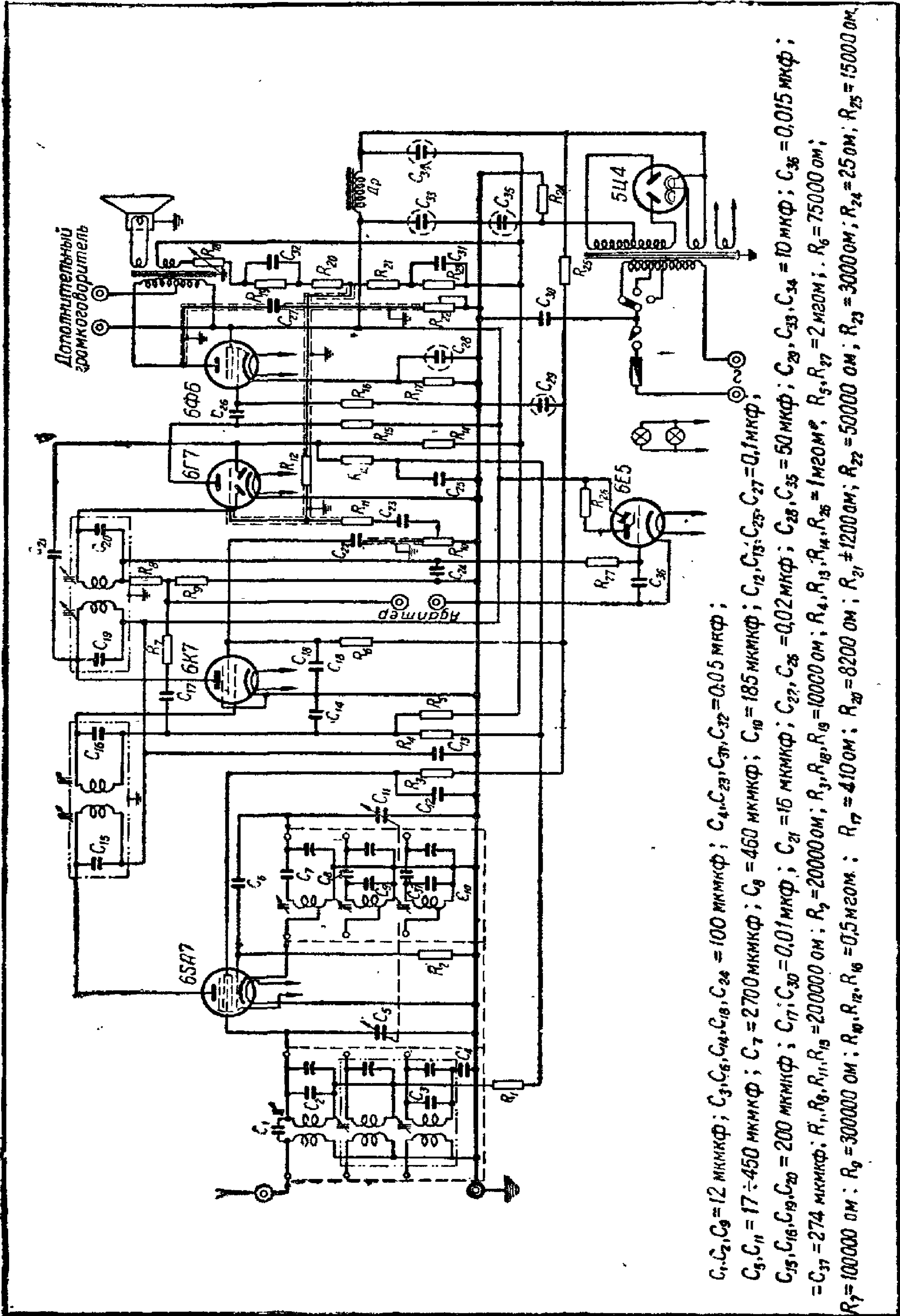


Рис. 189. Принципиальная схема приемника VV-661.

Для управления приемником имеется четыре ручки, размещенные на передней стороне: первая ручка (считая слева направо)—регулятор громкости и выключатель питания, вторая—регулятор тембра, третья—ручка настройки и четвертая—переключатель диапазонов волн.

В приемнике установлен электродинамический громкоговоритель типа 2ГДП-3.

Сзади на шасси приемника размещены гнезда для подключения антенны, заземления, адаптера и дополнительного громкоговорителя.

На рис. 189 приведена принципиальная схема приемника VV-661, а на рис. 190 показано размещение ламп на шасси приемника.

Новый вариант этого приемника, выпускающийся под маркой VV-662, имеет улучшенные электроакустические данные и два поддиапазона коротких волн (16—22 м и 22—75 м).

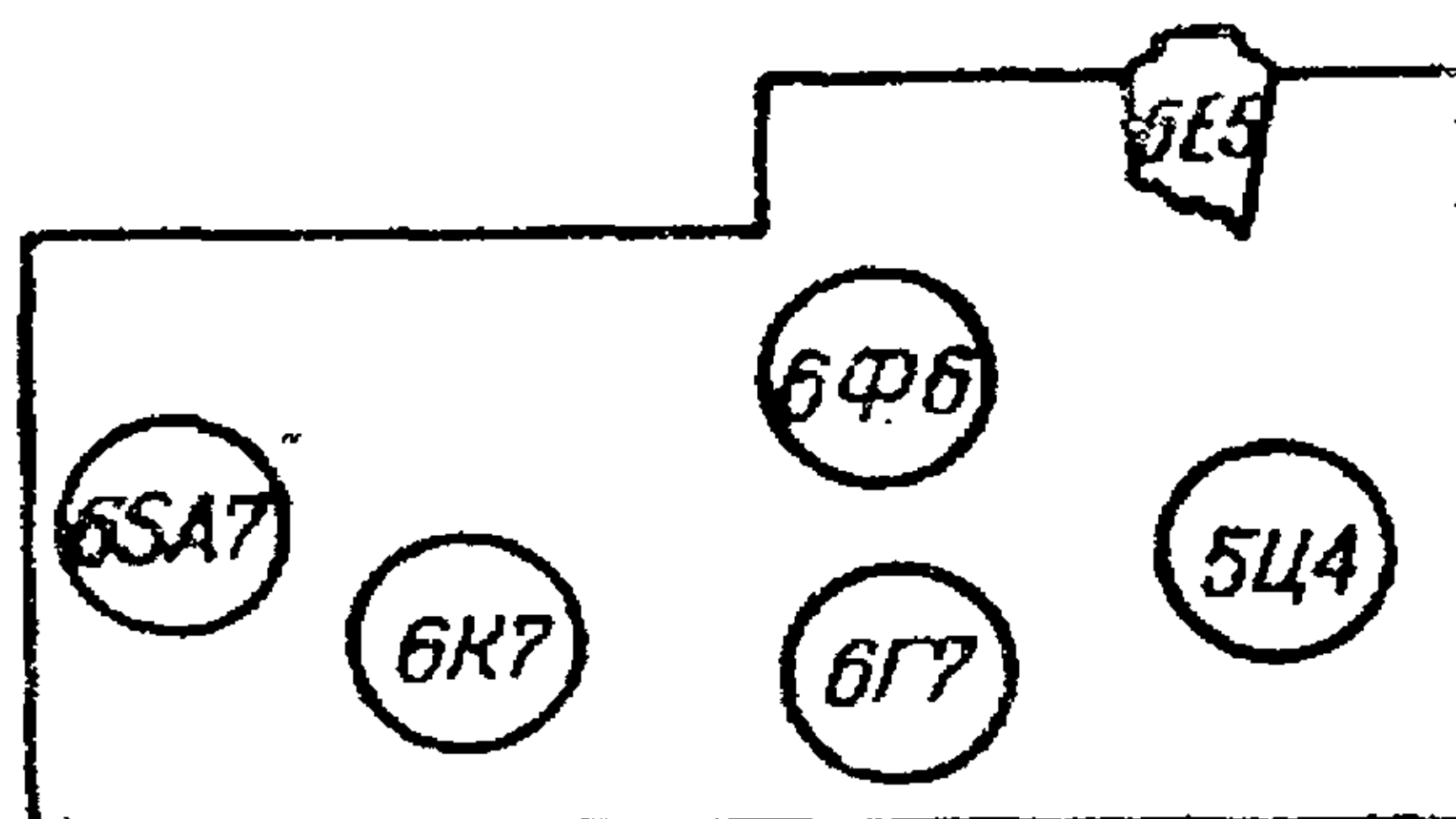


Рис. 190. Схема размещения ламп на шасси приемника VV-661.

Приемник «Восток» (7Н-27)

Приемник рассчитан на работу от сети переменного тока напряжением 110, 127 и 220 в. Потребляемая от сети мощность — 100 вт.

Приемник 7Н-27 имеет четыре диапазона настройки: длинноволновый 714 — 2000 м, средневолновый — 187,5 — 576 м и коротковолновые 30,0—70,0 м и 19,23—26,08 м.

Приемник работает на металлических лампах: 6А8, 6К7, 6Г7, 6Ф6 (2 шт.), 6Е5 и 5Ц4С.

Выходная неискаженная мощность приемника—3 вт, наибольшая 5 вт.

Промежуточная частота — 460 кГц.

На передней стенке приемника под шкалой имеются четыре ручки управления. Средняя большая ручка служит для настройки приемника, левая — выключатель и регулятор тона, средняя находящаяся на общей оси с ручкой настройки,—переключатель диапазонов и правая—регулятор громкости.

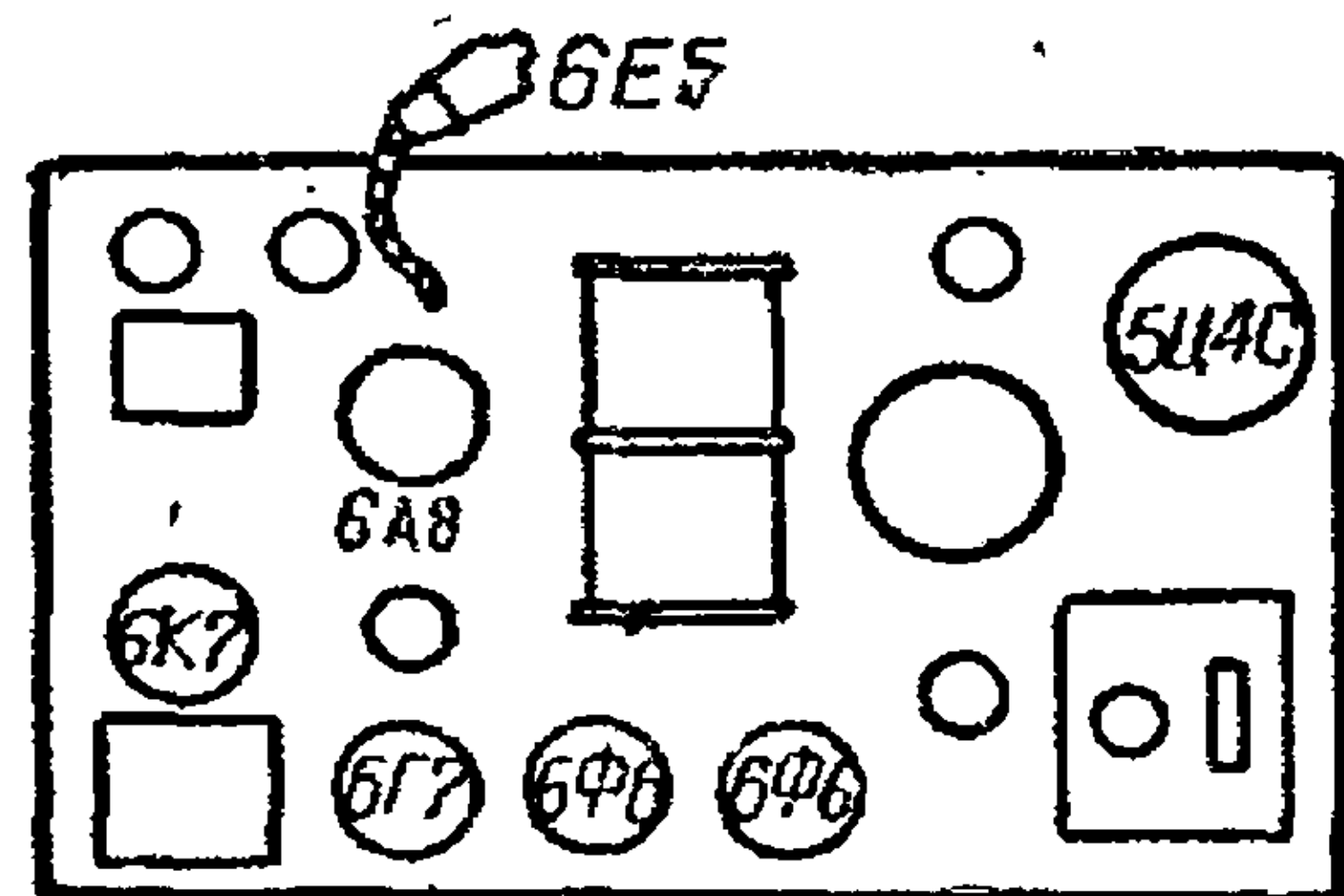


Рис. 191. Схема размещения ламп на шасси приемника 7Н-27.

При использовании приемника для воспроизведения записи граммофонных пластинок проводники от адаптера должны быть присоединены к нормальной штепсельной вилке, которая включается в гнезда на задней стороне приемника. После окончания проигрывания пластинок для перехода на прием радиопередачи необходимо вынуть вилку с проводами от адаптера.

При воспроизведении записи граммофонных пластинок громкость звука регулируется ручкой приемника «регулятор громкости».

На рис. 191 показано размещение ламп на шасси приемника, на рис. 192 приведена принципиальная схема приемника 7Н-27.

Приемник Т-689 («Рига»)

Приемник Т-689 представляет собой высококачественный девятиламповый супергетеродин с питанием от сети переменного тока 110, 127 и 220 в.

По своей мощности, избирательности и прочим данным приемник Т-689 предназначен для индивидуального и коллективного пользования.

Шкала приемника имеет пять диапазонов настройки: длинноволновый 700—2120 м, средневолновый 176—590 м, коротковолновый — 16,15—50,4 м, коротковолновый (растянутая группа 31 м) 30,64—31,91 м и коротковолновый (растянутая группа 20 м) 19,43—20,18 м.

Выходная мощность при клирфакторе, не превышающем 10%, составляет 5 вт. Потребляемая от сети мощность — около 100 вт.

Полоса пропускаемых частот при неравномерности ± 6 дб охватывает диапазон примерно от 45 до 4000 гц.

В приемнике вмонтирован динамик с повышенными акустическими данными.

Приемником управляют при помощи двух двойных ручек, помещенных на его лицевой стороне. Верхняя (меньшая) часть левой ручки — выключатель сети и регулятор громкости; нижняя (большая) часть левой ручки — регулятор тона. Она имеет четыре положения.

Правая верхняя (меньшая) ручка является переключателем диапазонов. Она имеет шесть положений. Первое (считая слева направо) соответствует длинноволновому диапазону; при этом положении переключателя в окошке с правой стороны шкалы появляется цифра 1.

Следующее положение ручки (цифра 2) соответствует средневолновому диапазону. Далее следуют: коротковолновый диапазон (цифра 3), растянутая группа 31 м (цифра 4) и растянутая группа 20 м (цифра 5). При шестом положении переключателя в окошке вместо цифры появляется кружок. При этом положении переключателя приемник переводится на проигрывание граммофонных пластинок от адаптера.

Нижняя (большая) правая ручка является ручкой настройки. Ось этой ручки внутри приемника снабжена маховиком, способствующим быстрой перестройке с одной станции на другую, — если ручку быстро повернуть, то ось вместе с переменными конденсаторами продолжает некоторое время вращаться по инерции.

Приемник Т-689 имеет девять ламп: смеситель—6Л7¹, гетеродин—6С5, два усилителя промежуточной частоты—6К7, детектор — 6Х6, предварительный усилитель низкой частоты—6Ж7, выходная лампа типа 6Л6, индикатор настройки—6Е5 и выпрямитель—5Ц4.

Антенный вход приемника Т-689 дает возможность вести прием как на антенну, так и на осветительную сеть. Если штепсельная ножка ввода антенны не вставлена в антенное гнездо приемника, то это гнездо пружинным контактом через разделительный конденсатор соединяется с осветительной сетью и прием, следовательно, производится на осветительную сеть. При вставленной в гнездо штепсельной ножке ввода антенны осветительная сеть автоматически отключается.

1 В последнее время вместо лампы 6Л7 в приемнике применяют лампу 6SA7.

Чтобы производить прием на антенну, надо присоединить ее к приемнику при помощи штепсельной ножки. Если присоединять антенну без штепсельной ножки, вставив в антенное гнездо конец антенного провода, то контакт не будет отжат и осветительная сеть останется присоединенной к входу приемника.

На задней стороне шасси приемника размещены гнезда «антенна», «земля» и адаптерные гнезда.

На рис. 193 приведена принципиальная схема приемника Т-689.

Приемник «Рига—Т-755»

Приемник «Рига—Т-755» представляет собой пятиламповый супергетеродин с питанием от сети переменного тока напряжением 110, 127 и 220 в.

Приемник имеет двухступенчатый регулятор тона, регулятор громкости и автоматическую регулировку чувствительности.

В приемнике имеются следующие ручки управления. Левая ручка—выключатель сети, регулятор громкости и регулятор тона; правая—ручка настройки и переключатель поддиапазонов волн.

Включают приемник поворотом ручки, расположенной на левой стороне приемника, на четверть оборота по часовой стрелке. При дальнейшем повороте ручки регулируется громкость. Тембр звука регулируется в двух ступенях при помощи этой же ручки, для чего ее вдвигают внутрь приемника или же вытягивают наружу и оставляют в одном из этих положений.

Шкала приемника имеет три поддиапазона волн. Желаемый поддиапазон волн включается при помощи ручки, расположенной на правой стороне приемника. Эту ручку следует нажать внутрь приемника и, вращая в ту или другую сторону, включить нужный поддиапазон волн. После включения желаемого поддиапазона ручку отпускают и она автоматически возвращается в исходное положение. Затем, вращая эту же ручку (без нажима внутрь), настраивают приемник на станции.

Диапазон принимаемых волн: длинные волны 145—410 кГц (2069—731,7 м), средние волны 520—1160 кГц (577—185,5 м), короткие волны 4—12,5 мГц (75—24 м).

Промежуточная частота 468 кГц.

В приемнике имеются следующие каскады и лампы: 6А8 — смеситель, 6К7 — усилитель промежуточной частоты, 6Г7 — детектор, автоматический регулятор чувствительности и усилитель низкой частоты, 6V6 — оконечный усилитель, 5Ц4 — выпрямитель. Лампочки освещения шкалы 6,3 в.

Выходная мощность при клирфакторе 6% — 2 вт. Потребляемая от сети мощность — 50 вт.

На рис. 195 приведена принципиальная схема приемника, а на рис. 194 показано размещение ламп на шасси приемника «Рига—Т-755».

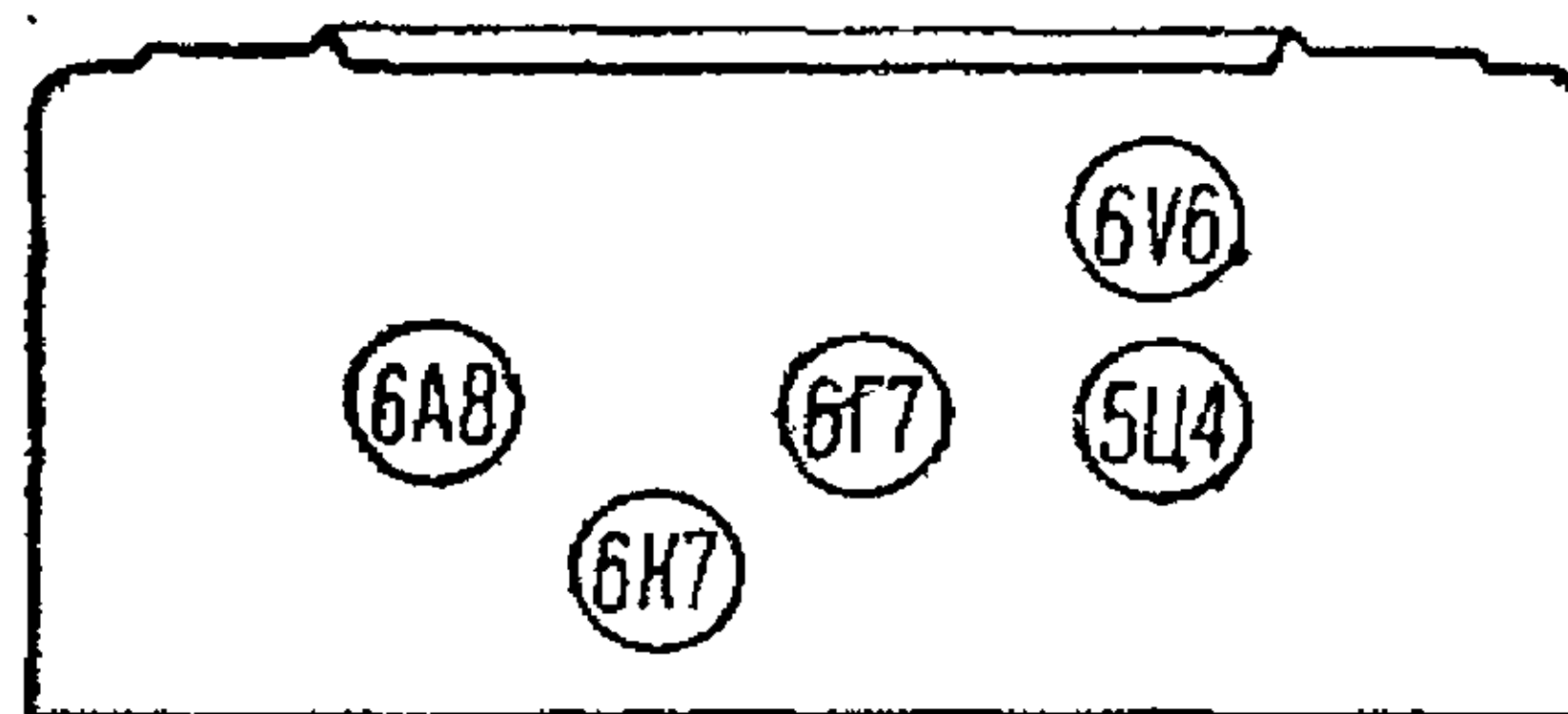


Рис. 194. Схема размещения ламп шасси приемника «Рига—Т-755».

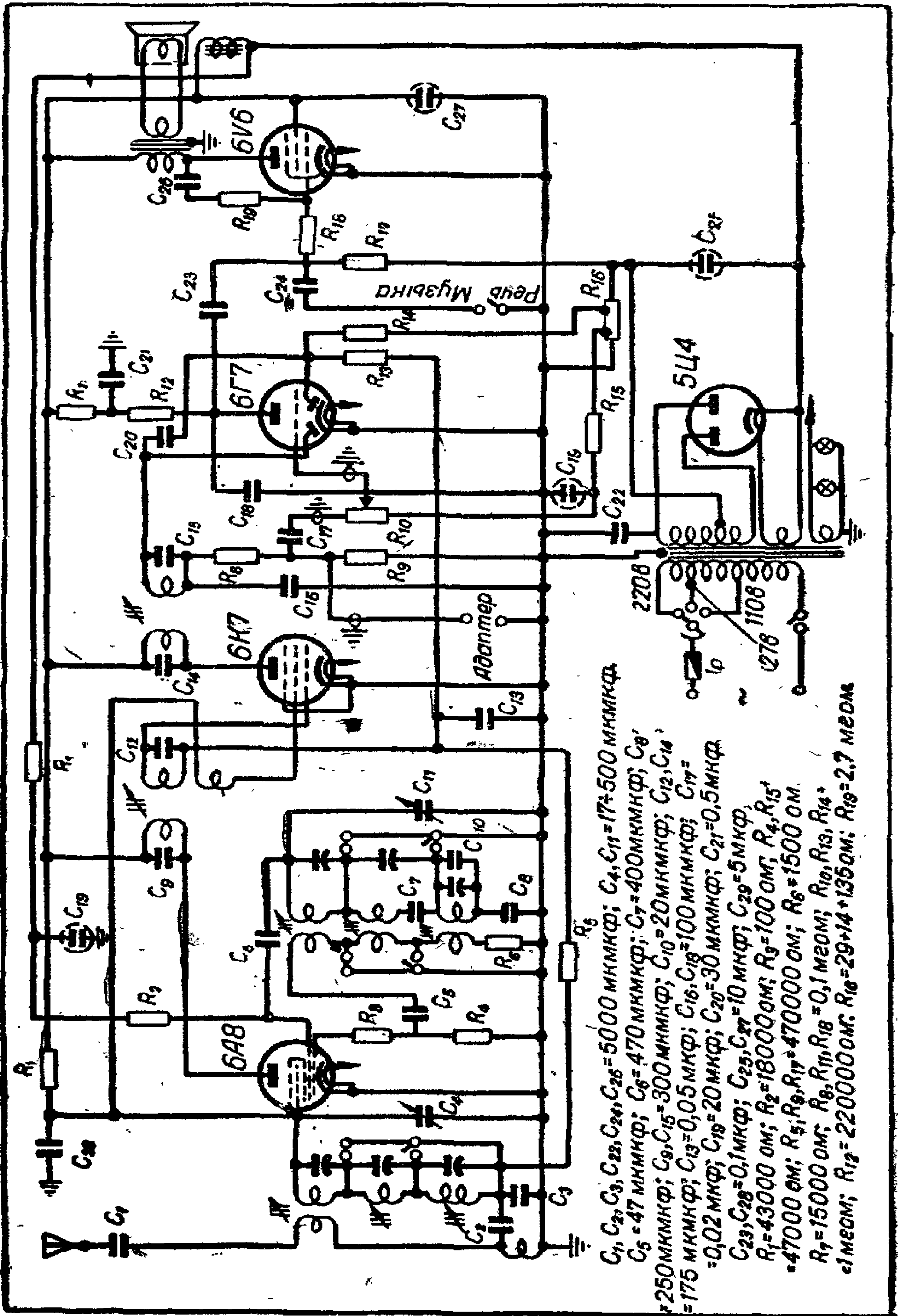


Рис. 195. Принципиальная схема приемника «Рига-Т-75б».

Приемник «Нева»

Восьмиламповый супергетеродинный приемник «Нева» предназначен для использования в местностях, имеющих сеть переменного тока напряжением 110, 127 или 220 в.

Приемник обладает высокой чувствительностью и хорошей избирательностью. Для улучшения качества звучания приемник снабжен специальным переключателем полосы пропускания в усилителе промежуточной частоты: узкой (6 кГц) и широкой (8 кГц).

Приемник снабжен оптическим указателем настройки.

Имеются гнезда для подключения адаптера.

Приемник имеет диапазоны: длинные волны 2000—715 м (150—420 кГц), средние волны 580—200 м (520—1500 кГц) и короткие волны 50—16,8 м (6—19 мгц).

Приемник работает на лампах: 6К7 — усилитель высокой частоты, 6А8 — смеситель, 6Ж7 — гетеродин, 6К7 — усилитель промежуточной частоты, 6Г7 — детектор и предварительный усилитель низкой частоты, 6Л6 — выходная лампа, 6Е5 — оптический индикатор настройки и 5Ц4С — выпрямитель.

Неискаженная выходная мощность приемника 3 вт. Промежуточная частота — 468 кГц. Потребляемая от сети мощность — 85 вт.

На передней панели приемника находятся четыре ручки, из которых левая — выключатель сети и регулятор громкости, средняя маленькая — переключатель диапазонов воли, средняя большая — для настройки на станции и правая — регулятор тона.

На задней стенке шасси приемника расположены гнезда для подключения антенны, заземления, адаптера и добавочного громкоговорителя, а также переключатель полосы пропускания в усилителе промежуточной частоты.

При проигрывании граммофонных пластинок ручку переключателя диапазонов необходимо устанавливать в крайнее правое положение.

Дополнительный громкоговоритель, если он высокоомный, включают непосредственно в соответствующие гнезда приемника, а низкоомный — через выходной трансформатор.

На рис. 196 показано размещение ламп на шасси приемника, а на рис. 197 приведена принципиальная схема приемника «Нева».

Выпускаются также приемники «Нева», имеющие 9 ламп (введен в схему еще один каскад усиления низкой частоты); шкала приемника разбита на пять поддиапазонов.

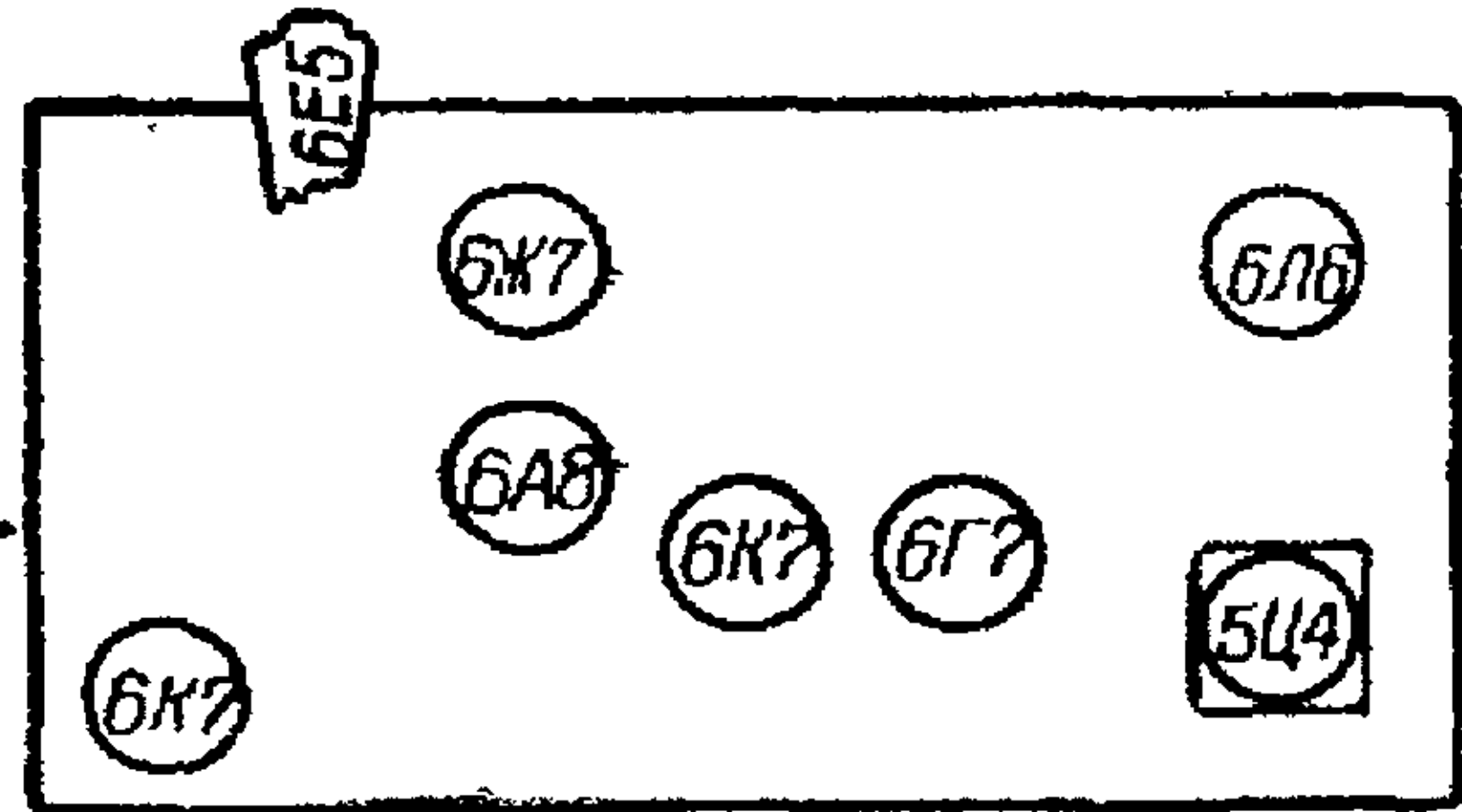


Рис. 196. Схема размещения ламп на шасси приемника «Нева».

Приемник «Ленинград»

Приемник «Ленинград» представляет собой двенадцатиламповый супергетеродин. Он предназначен для приема радиовещательных станций и для воспроизведения граммофонной записи с помощью адаптера.

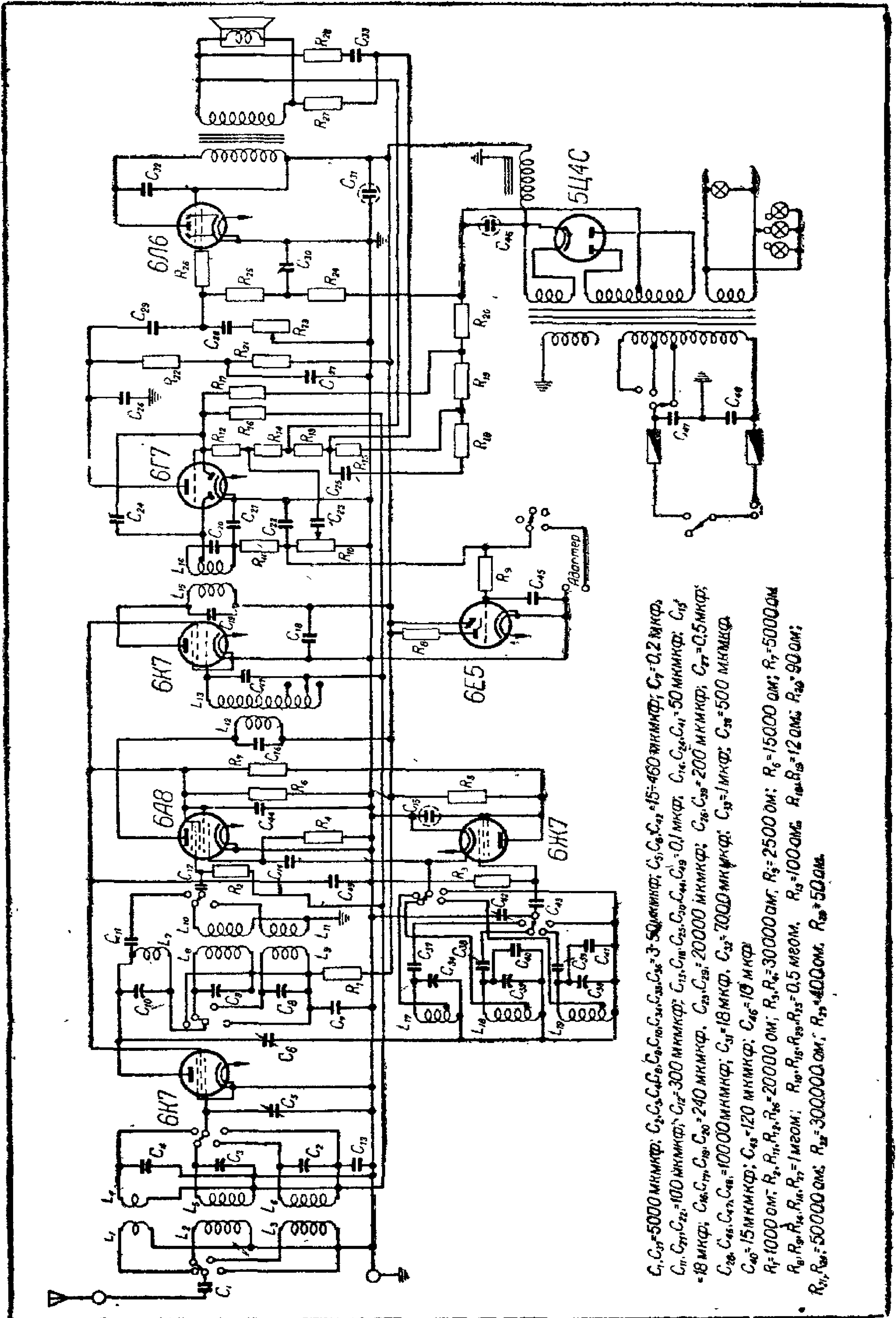


Рис. 197. Принципиальная схема приемника «Нева».

Основной отличительной особенностью приемника «Ленинград» является наличие растянутых коротковолновых диапазонов и кнопочной настройки на четыре волны.

В приемнике имеются следующие лампы: 6К7—усилитель высокой частоты, 6SA7—смеситель, 6A8—гетеродии, 6К7—первый каскад усиления промежуточной частоты, 6К7—второй каскад усиления промежуточной частоты, 6Г7—детектор и усилитель низкой частоты, 6Н7—фазоинвертор, 6Ф6 (2 шт.)—оконечный усилитель, 6Е5—индикатор настройки и 5Ц4С (2 шт.)—выпрямители.

Приемник питается от сети переменного тока напряжением 110, 127 или 220 в.

Потребляемая мощность — около 120 вт.

При плавной настройке приемник имеет следующий диапазон принимаемых частот: длинные волны—730—2000 м (150—410 кГц), средние волны—200—540 м (560—1500 кГц) короткие волны—40—70 м (4300—7500 кГц) и растянутые поддиапазоны: первый — 31,0—31,8 м (9495—9730 кГц), второй (25,1—25,16 м (11725—12005 кГц) и третий 19,5—19,9 м (15 115—15 450 кГц).

При фиксированной настройке приемника кнопка 1 соответствует диапазону 1333—2000 м (150—225 кГц), кнопка 2—диапазону 882—1333 м (227—340 кГц), кнопка 3—диапазону 345—517 м (580—870 кГц) и кнопка 4—диапазону 222—333 м (900—1350 кГц).

Чувствительность приемника при выходной мощности 0,4 вт на длинных и средних волнах — не ниже 180 мкв, на коротких волнах — не ниже 80 мкв, в растянутых диапазонах — не ниже 40 мкв и при фиксированной настройке — не ниже 200 мкв.

Избирательность при расстройке на 10 кГц — больше 30 дб, а при настройке по зеркальному каналу (на средне- и длинноволновом диапазонах) — больше 50 дб.

Номинальная выходная мощность (при клирфакторе менее 5%) — 4 вт. Максимальная неискаженная мощность (при клирфакторе 10%) — 8 вт.

Полоса пропускания по низкой частоте равна 50—7000 гц при неравномерности ± 4 дб. Полоса пропускания всего электрического тракта (от антенны до динамика) при несущей частоте 1000 кГц — 50—5000 гц с неравномерностью ± 6 дб.

На передней стороне приемника имеются четыре ручки и шесть кнопок управления приемником.

Левая ручка — регулятор тона (сдвоенного типа), средняя — регулятор громкости, правая нижняя — переключатель диапазонов, а правая верхняя — ручка плавной настройки. Крайняя левая кнопка — кнопка включения адаптера, крайняя правая — кнопка плавной настройки. Остальные четыре кнопки дают фиксированные настройки на станции — две в средневолновом и две — в длинноволновом диапазонах.

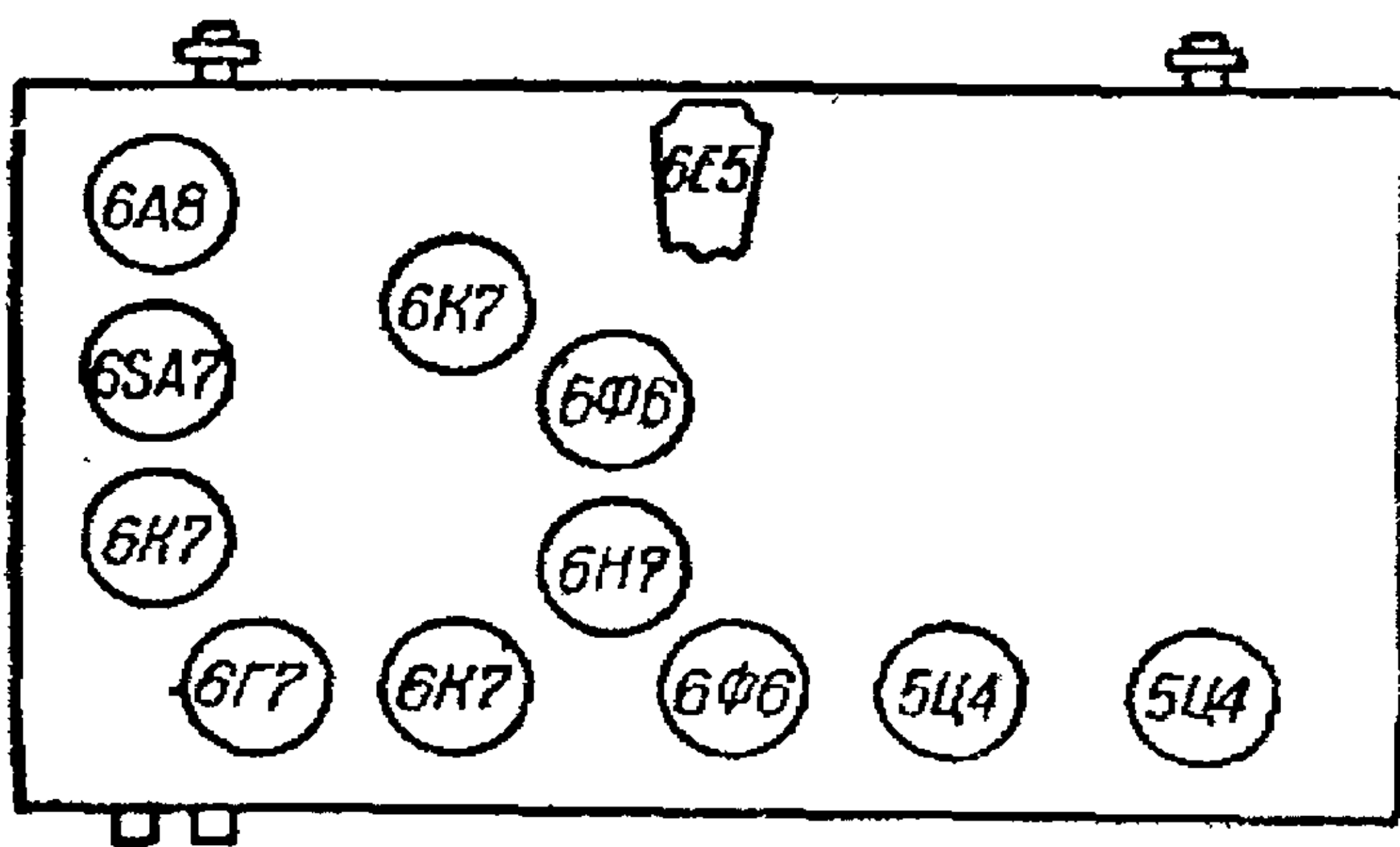


Рис. 198. Схема размещения ламп на шасси приемника «Ленинград».

Шкала приемника освещается лишь при плавной настройке. Вверху шкалы расположены окна указателей диапазонов и включения адаптера.

Два предохранителя на 3 а (сеть 127 в) помещены в вилке шнура питания. При напряжении сети 220 в предохранители следует поставить на ток 1,5—2 а.

Динамик типа ГДП-4 с установленным на нем выходным трансформатором укреплен на отражательной доске, которая в свою очередь крепится к ящику.

С задней стороны приемника имеются гнезда для включения адаптера, клеммы «антенна» и «земля».

На рис. 198 приведена схема расположения ламп на шасси приемника, а на рис. 199 — принципиальная схема приемника «Ленинград».

В последних образцах приемника выпрямитель работает на одной лампе типа 5U4G.

Радиола «Москва»

Радиола «Москва» представляет собой супергетеродинный десятиламповый приемник с мощным усилителем, мощным динамическим говорителем и устройством для проигрывания граммофонных пластинок.

Радиола «Москва» работает от сети переменного тока напряжением 110, 127 и 220 в.

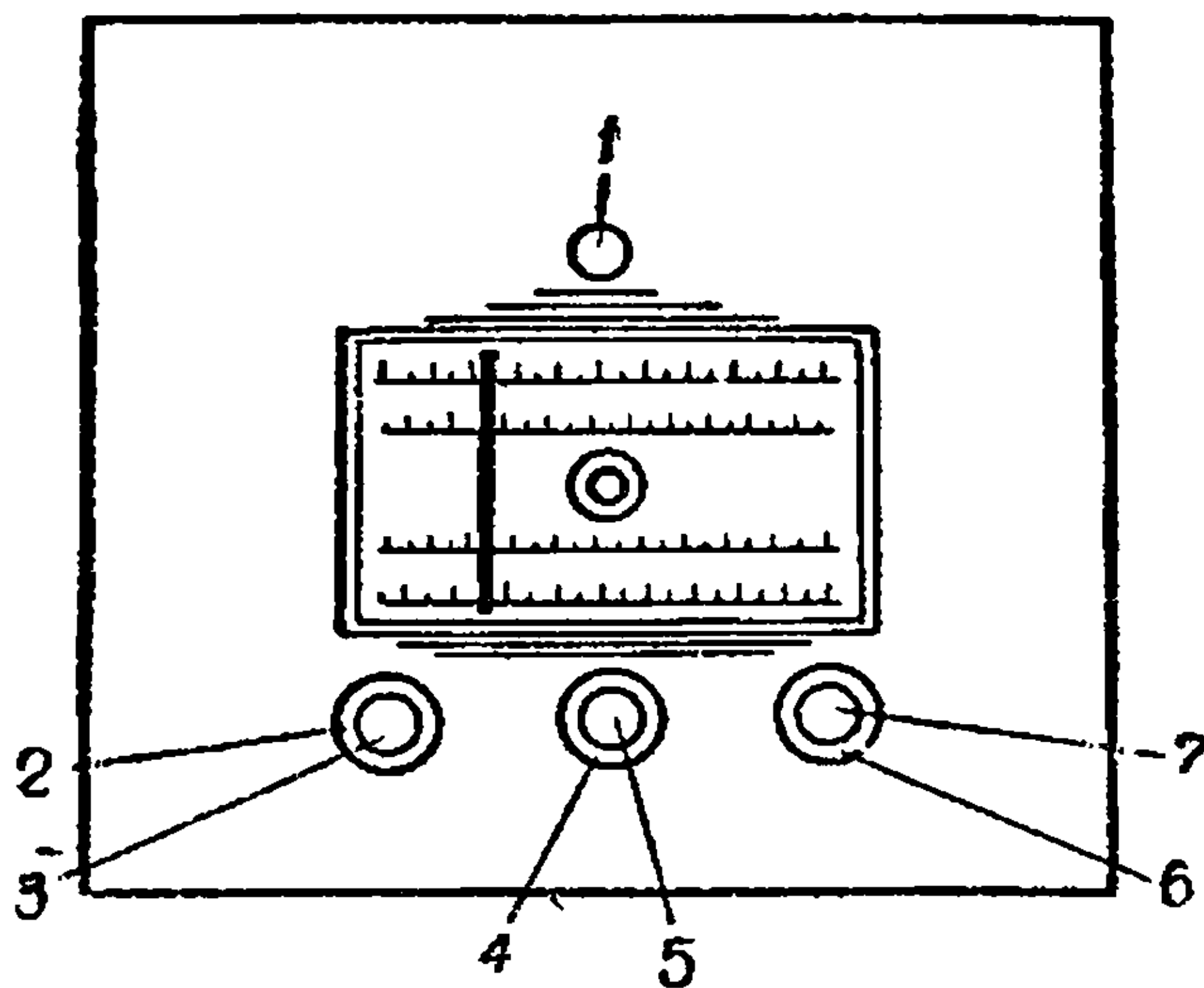


Рис. 201. Схема управления приемником радиолы «Москва»: 1 — ручка поворота рамки; 2 — регулятор громкости; 3 — регулятор низких частот; 4 — переключение полосы пропускания «узкая — широкая»; 5 — регулятор высоких частот; 6 — настройка приемника; 7 — переключение диапазонов.

Общая мощность потребления от сети при включенном моторе для проигрывания пластинок 140 вт, а при выключенном моторе—120 вт.

Радиола работает на лампах металлической серии: 6SA7, 6K7 (2 шт.), 6Г7, 6С5 (2 шт.), 6Е5, 6Л6 (2 шт.) и 5Ц4С.

Радиола «Москва» имеет диапазоны: длинные волны 2000—750 м, средние волны—545—200 м и короткие волны 32,6—29,8 м и 20,4—16,6 м. Промежуточная частота 460 кГц.

При переключении диапазона загораются лампочки, расположенные по краям шкалы, указывая, какой диапазон включен.

Крайнее правое положение переключателя диапазонов соответствует работе радиолы от адаптера; при этом шкала не освещена.

Приемник радиолы может работать от любой антенны, в том числе и от комнатной — провода длиной 5—10 м, натянутом на изоляторах в комнате.

Заземление приемника не обязательно и может быть проведено в том случае, когда промышленные помехи слишком велики.

Если заземление не помогает уменьшению помех, следует станции принимать на рамочную антенну, расположенную внутри радиолы.

Рамочная антенна может быть использована только при приеме длинных и средних волн. Ее подключают при помощи специального переключателя, расположенного в задней части шасси приемника рядом с клеммой «А» — антенна.

Чтобы от обычной антенны перейти на прием от рамочной антенны, надо оттянуть кнопку переключателя на себя. Для более эффективного приема следует повернуть рамочную антенну так, чтобы сектор «магического глаза» (лампы 6Е5) максимально сузился. При этом получается наибольшая громкость и минимум помех.

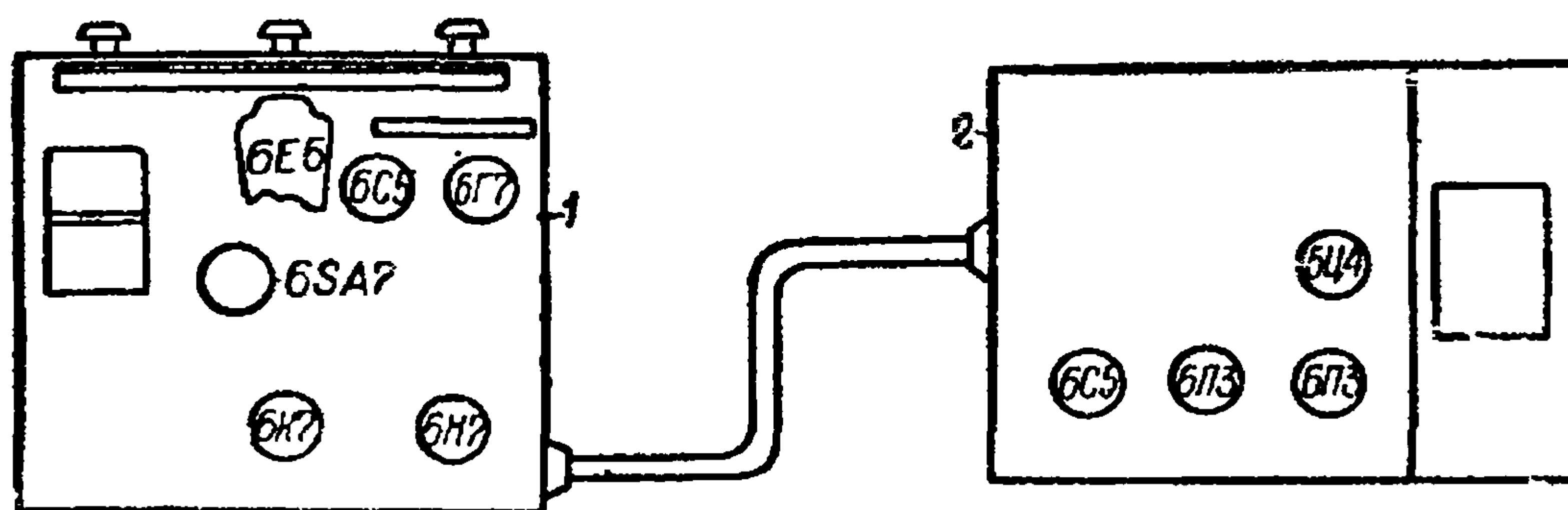


Рис. 202. Схема расположения ламп в радиоле «Москва»: 1 — приемник; 2 — усилитель.

Кроме рамочной антенны, в радиоле имеется внутренняя антенна — провод длиной 1,5—2 м, натянутый внутри ящика радиолы.

Сила приема и количество принимаемых станций при использовании рамочной и внутренней антенны меньше, чем при использовании внешней антенны длиной в 5—10 м.

На рис. 200 приведена принципиальная схема радиолы «Москва». На рис. 201 — ручки управления приемником радиолы, а на рис. 202 показано расположение ламп на шасси приемника и усилителя.

Радиола «Урал-47»

Радиола «Урал-47» представляет собой шестилампный супергетеродинный приемник с устройством для проигрывания граммофонных пластинок.

Радиола питается от сети переменного тока 110, 127, 220 в.

Потребляемая от сети мощность — 80—100 вт.

Приемник имеет диапазон волн: короткие волны — от 19 до 67 м (15,5—4,5 мгц), средние волны — от 200 до 578 м (1500—520 кгц) и длинные волны — от 715 до 2000 м (420—150 кгц). Промежуточная частота 467 кгц.

Частотная характеристика всего электрического тракта (кривая верности) обеспечивает прохождение частот от 70 до 3500 гц, при неравномерности не больше ± 6 дб.

На лицевой стороне приемника имеется четыре ручки управления: левая крайняя — регулятор громкости, вторая слева — выключатель сети и переключатель рода работы (прием — граммофон), правая крайняя —

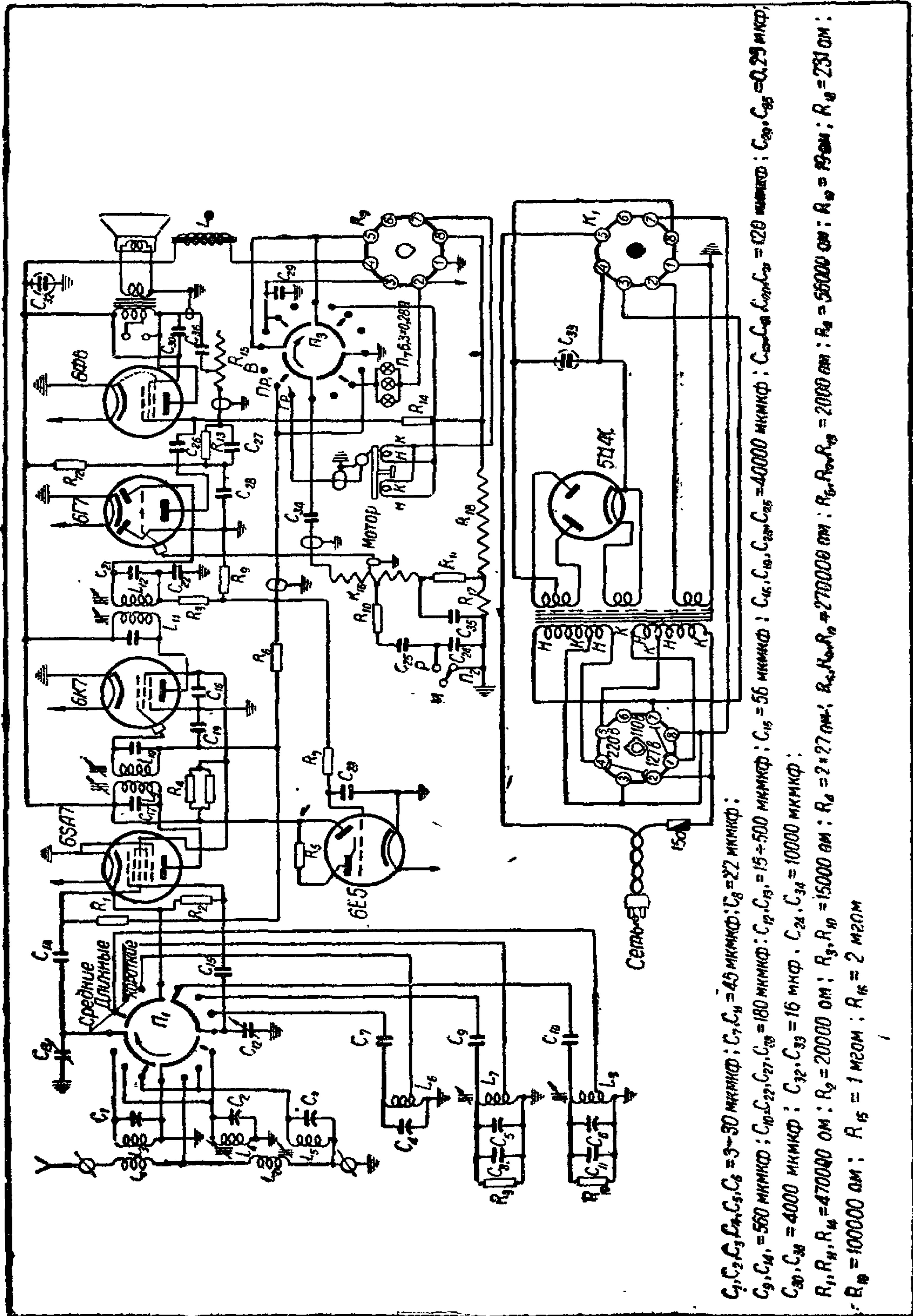
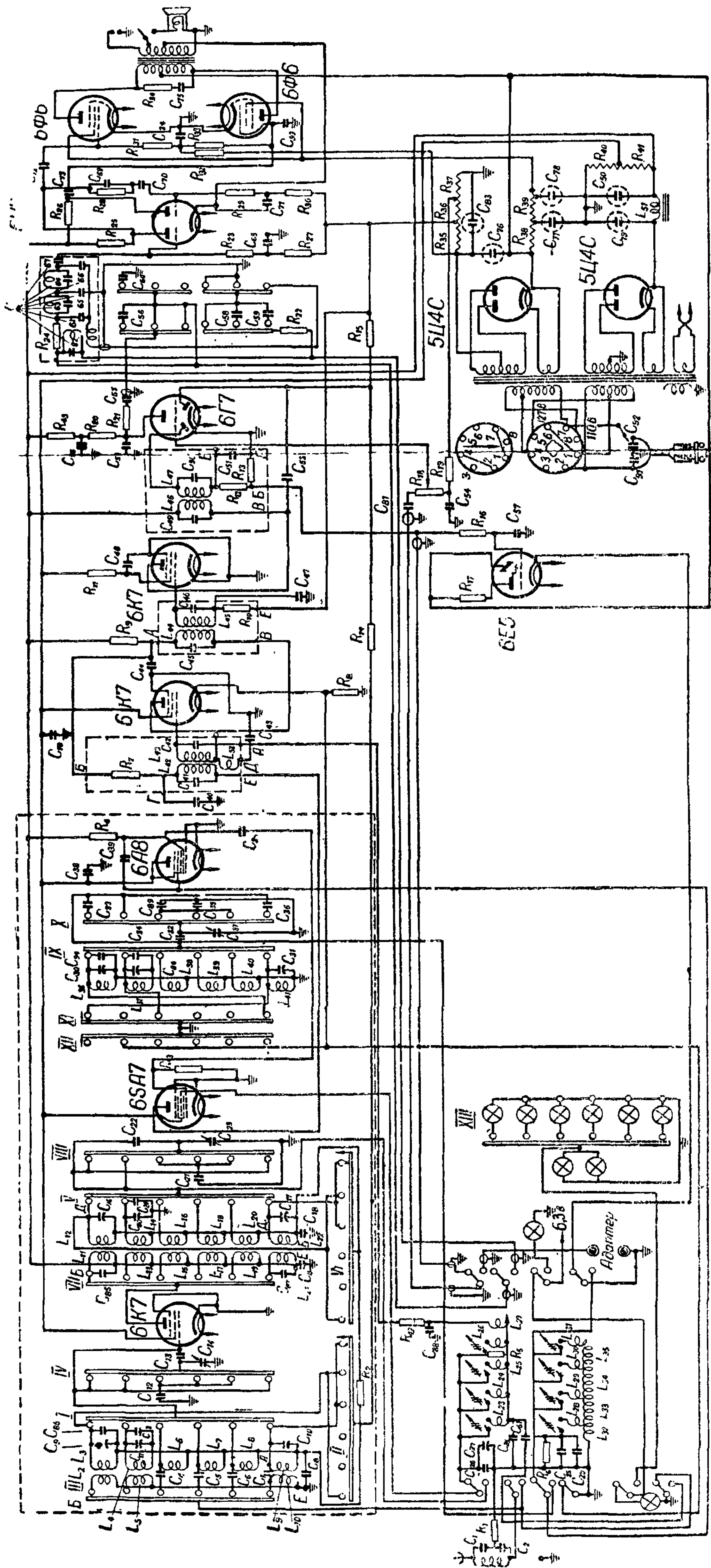
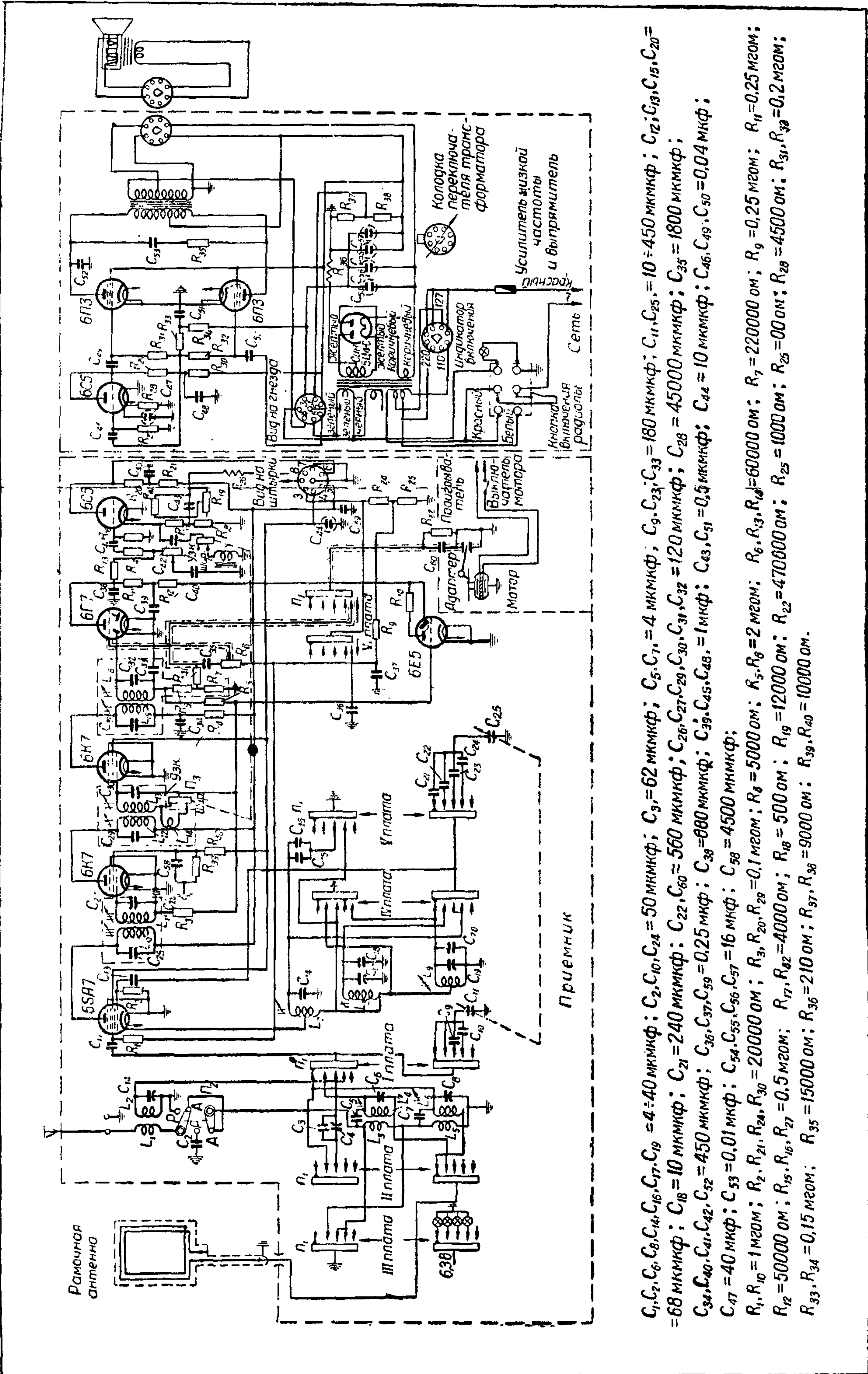


Рис. 203. Принципиальная схема радиолы «Урал-47».



$C_7, C_2, C_{28}, C_{38}, C_{51}, C_{64} = 1000 \text{ мкнф}; C_3, C_{20} = 100 \text{ мкнф}; C_4, C_5, C_6 = 22 \text{ мкнф}; C_7 = 15 \text{ мкнф}; C_8, C_{15}, C_{19}, C_{56}, C_{67}, C_{70}, C_{72}, C_{73}, C_{75}, C_{91}, C_{82} = 0,01 \text{ мкф};$
 $C_9, C_{10} = 5-25 \text{ мкнф}; C_{11}, C_{16}, C_{75}, C_{27}, C_{28}, C_{30}, C_{31}, C_{60}, C_{64}, C_{89} = 5-25 \text{ мкнф}; C_{12}, C_{21}, C_{35} = 200 \text{ мкнф}; C_{13}, C_{22} = 43 \text{ мкнф}; C_{14}, C_{23}, C_{27} = 11-445 \text{ мкнф};$
 $C_{19}, C_{40}, C_{43}, C_{44}, C_{47}, C_{48}, C_{68} = 0,1 \text{ мкф}; C_{24}, C_{32} = 51 \text{ мкнф}; C_{25} = 360 \text{ мкнф}; C_{26} = 300 \text{ мкнф}; C_{28} = 1000 \text{ мкнф}; C_{38}, C_{39},$
 $C_{61}, C_{64} = 1000 \text{ мкнф}; C_{33} = 130 \text{ мкнф}; C_{34} = 62 \text{ мкнф}; C_{36} = 510 \text{ мкнф}; C_{41}, C_{42}, C_{45}, C_{46}, C_{49}, C_{53}, C_{65}, C_{90}, C_{93} = 390 \text{ мкнф}; C_{50} = 16 \text{ мкф}; C_{51},$
 $C_{57} = 68 \text{ мкнф}; C_{52} = 47 \text{ мкнф}; C_{54}, C_{55}, C_{66} = 0,25 \text{ мкф}; C_{57}, C_{60} = 0,02 \text{ мкф}; C_{58} = 0,2 \text{ мкф}; C_{59} = 0,05 \text{ мкф}; C_{62}, C_{63}, C_{66} = 680 \text{ мкнф}; C_{69}, C_{76},$
 $C_{78}, C_{80} = 10 \text{ мкф}; C_{65} = 1500 \text{ мкнф}; C_{77}, C_{78} = 6 \text{ мкф}; C_{87} = 500 \text{ мкнф}; C_{79}, 1800 \text{ мкнф}; C_{86} = 25 \text{ мкнф}; C_{92} = 11 \text{ мкнф}; C_{95} = 1 \text{ мкф}$
 $R_1, R_4 = 150000 \text{ ом}; R_2 = 0,7 \text{ мегом}; R_3 = 22000 \text{ ом}; R_4, R_7, R_7, R_{30} = 470000 \text{ ом}; R_5, R_8, R_{17}, R_{30} = 27000 \text{ ом}; R_6, R_{12} = 68000 \text{ ом};$
 $R_{10} = 20000 \text{ ом}; R_{12} = 150000 \text{ ом}; R_{13}, R_{23}, R_{31}, R_{32} = 270000 \text{ ом}; R_{14}, R_{15}, R_{17}, R_{30} = 1 \text{ мегом}; R_{16}, R_{18} = 2,2 \text{ мегом}; R_{20} = 390000 \text{ ом}; R_{27} = 40000 \text{ ом}; R_{25}, R_{26},$
 $R_{42} = 100000 \text{ ом}; R_{28} = 0,5 \text{ мегом}; R_{29} = 25000 \text{ ом}; R_{35} = 200 \text{ ом}; R_{37} = 22 \text{ ом}; R_{38}, R_{39}, R_{40}, R_{41} = 4000 \text{ ом}.$

Рис. 199. Приемная схема радиоприемника «Лезвие».



$C_1, C_2, C_6, C_8, C_{14}, C_{16}, C_{17}, C_{19} = 4 \div 40$ мкккф; $C_2, C_{10}, C_{24} = 50$ мкккф; $C_3, C_7 = 4$ мкккф; $C_9, C_{23}, C_{33} = 180$ мкккф; $C_{11}, C_{25} = 10 \div 450$ мкккф; $C_{12}, C_{13}, C_{15}, C_{20} = 68$ мкккф; $C_{18} = 10$ мкккф; $C_{21} = 240$ мкккф; $C_{22}, C_{60} = 560$ мкккф; $C_{26}, C_{27}, C_{29}, C_{30}, C_{31}, C_{32} = 120$ мкккф; $C_{28} = 45000$ мкккф; $C_{35} = 1800$ мкккф; $C_{34}, C_{40}, C_{41}, C_{42}, C_{52} = 450$ мкккф; $C_{36}, C_{37}, C_{59} = 0,25$ мкф; $C_{39} = 680$ мкккф; $C_{39}, C_{45}, C_{48} = 1$ мкф; $C_{43}, C_{51} = 0,5$ мкккф; $C_{44} = 10$ мкккф; $C_{46}, C_{49}, C_{50} = 0,04$ мкф; $C_{47} = 40$ мкф; $C_{53} = 0,01$ мкф; $C_{54}, C_{55}, C_{56}, C_{57} = 16$ мкф; $C_{58} = 4500$ мкккф; $R_1, R_{10} = 1$ м20м; $R_2, R_{21}, R_{24}, R_{30} = 20000$ ом; $R_3, R_{20}, R_{29} = 0,1$ м20м; $R_4 = 5000$ ом; $R_5, R_9 = 2$ м20м; $R_6, R_{13}, R_{14} = 60000$ ом; $R_7 = 220000$ ом; $R_9 = 0,25$ м20м; $R_{11} = 0,25$ м20м; $R_{12} = 50000$ ом; $R_{15}, R_{16}, R_{27} = 0,5$ м20м; $R_{17}, R_{42} = 4000$ ом; $R_{18} = 500$ ом; $R_{19} = 12000$ ом; $R_{22} = 470000$ ом; $R_{25} = 1000$ ом; $R_{28} = 4500$ ом; $R_{33}, R_{34} = 0,15$ м20м; $R_{35} = 15000$ ом; $R_{36} = 210$ ом; $R_{37}, R_{38} = 9000$ ом; $R_{39}, R_{40} = 10000$ ом.

Рис. 200. Принципиальная схема радиолы «Москва».

регулятор тембра, вторая справа—переключатель диапазонов волн. Ручка настройки приемника находится на правой боковой стенке ящика.

Для воспроизведения записи граммофонных пластинок необходимо ручку переключателя рода работы (вторая слева) повернуть влево до упора. При этом лампочки, освещающие шкалу приемника, погаснут, но оптический индикатор настройки (лампа 6Е5) останется включенным.

После включения граммофонной части радиолы необходимо сообщить вращательное движение мотору, так как примененный в радиоле синхронный мотор сам во вращение не приходит, а только поддерживает сообщенное ему вращательное движение.

Громкость и тембр воспроизведения граммофонной записи регулируются теми же ручками, что и при приеме.

Для улучшения качества звучания в цепи адаптера применен специальный фильтр, улучшающий частотную характеристику адаптера и зависящий от системы адаптера (электромагнитный или пьезо-электрический), примененного в радиоле.

На заднюю стенку шасси приемника вынесены клеммы «антенна», «земля» и гнезда для подключения дополнительного репродуктора.

На рис. 203 приведена принципиальная схема радиолы «Урал-47».

ПРИЕМНИКИ СТАРЫХ ВЫПУСКОВ

Приемник БИ-234

Приемник БИ-234, часто известный под названием «Колхозный», является экономичным трехламповым приемником прямого усиления, предназначенным для индивидуального пользования в местностях, где отсутствует электрическая сеть. Приемник может принимать радиостанции, имеющие длину волн от 200 до 550 м и от 714 до 2000 м, на громкоговоритель типа «Рекорд».

Для питания накала ламп приемника четыре элемента типа 6СМВД соединяются в группы по два последовательно, а эти две группы элементов соединяются параллельно. При таком способе включения элементов получается батарея накала ламп общей емкостью 250 а-ч, при напряжении в 3 в.

Анодное питание приемника можно обеспечить от батарей любого типа, имеющих напряжение не ниже 80—100 в.

Для включения двух или трех ламп на задней стенке приемника имеется переключатель, вставленный в два гнезда. Если поставить переключатель в верхнюю пару гнезд, будут включены три лампы, в нижнюю пару гнезд—две лампы.

На передней стенке приемника имеется пять ручек управления: переключатель диапазона, ручка настройки, ручка (рычажок) подстройки, выключатель и регулятор громкости и ручка обратной связи.

Левое положение переключателя диапазонов соответствует средневолновому диапазону (волны от 200 до 550 м), а правое положение—длинноволновому диапазону (волны от 714 до 2000 м).

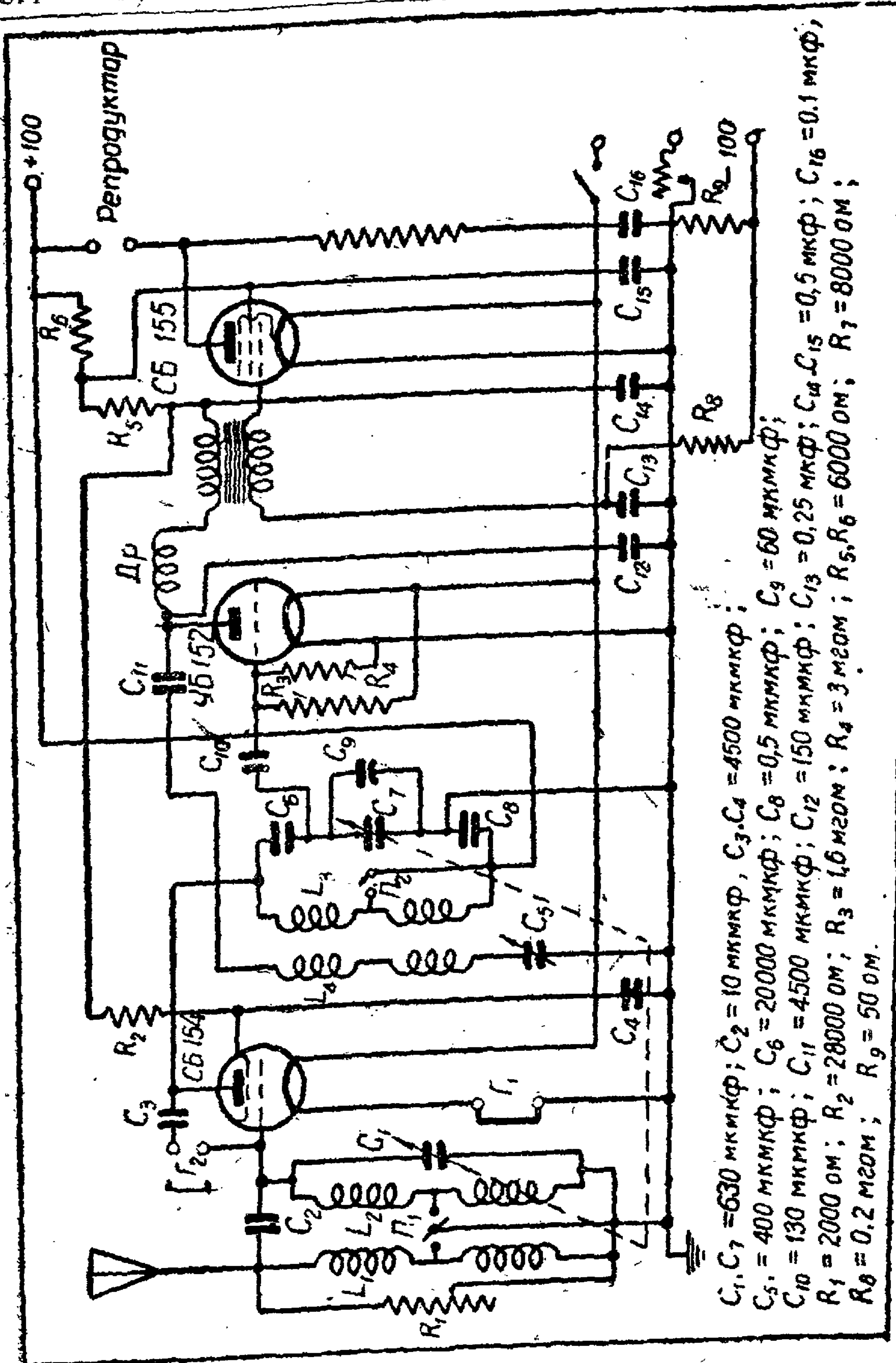


Рис. 204. Принципиальная схема приемника БИ-234.

Справа от шкалы приемника имеется ручка настройки. Для более точной настройки — слева от шкалы имеется рычажок, передвижением которого вверх или вниз можно заметно улучшить точность настройки на станцию.

Ручка регулировки обратной связи применяется при приеме дальних станций. Вращение ее также влияет на увеличение громкости приема.

Приемник собран по схеме 1-V-1 с применением ламп двухвольтовой серии: каскад усиления высокой частоты — экранированная лампа СБ-154, детекторный каскад — трехэлектродная лампа УБ-152, оконечный каскад — пентод СБ-155.

Приемник может работать на двух или на всех трех лампах. Две лампы дают возможность принимать близкие (местные) станции; три лампы обеспечивают большую громкость и дают возможность принимать дальние станции.

При трех лампах приемник потребляет анодный ток 9,6 ма и ток накала 0,44 а, а при двух лампах — анодный ток 8,7 ма и ток накала 0,33 а.

Выходная мощность приемника — до 100 мвт.

На рис. 204 приведена принципиальная схема приемника БИ-234, а на рис. 205 показано размещение ламп в приемнике.

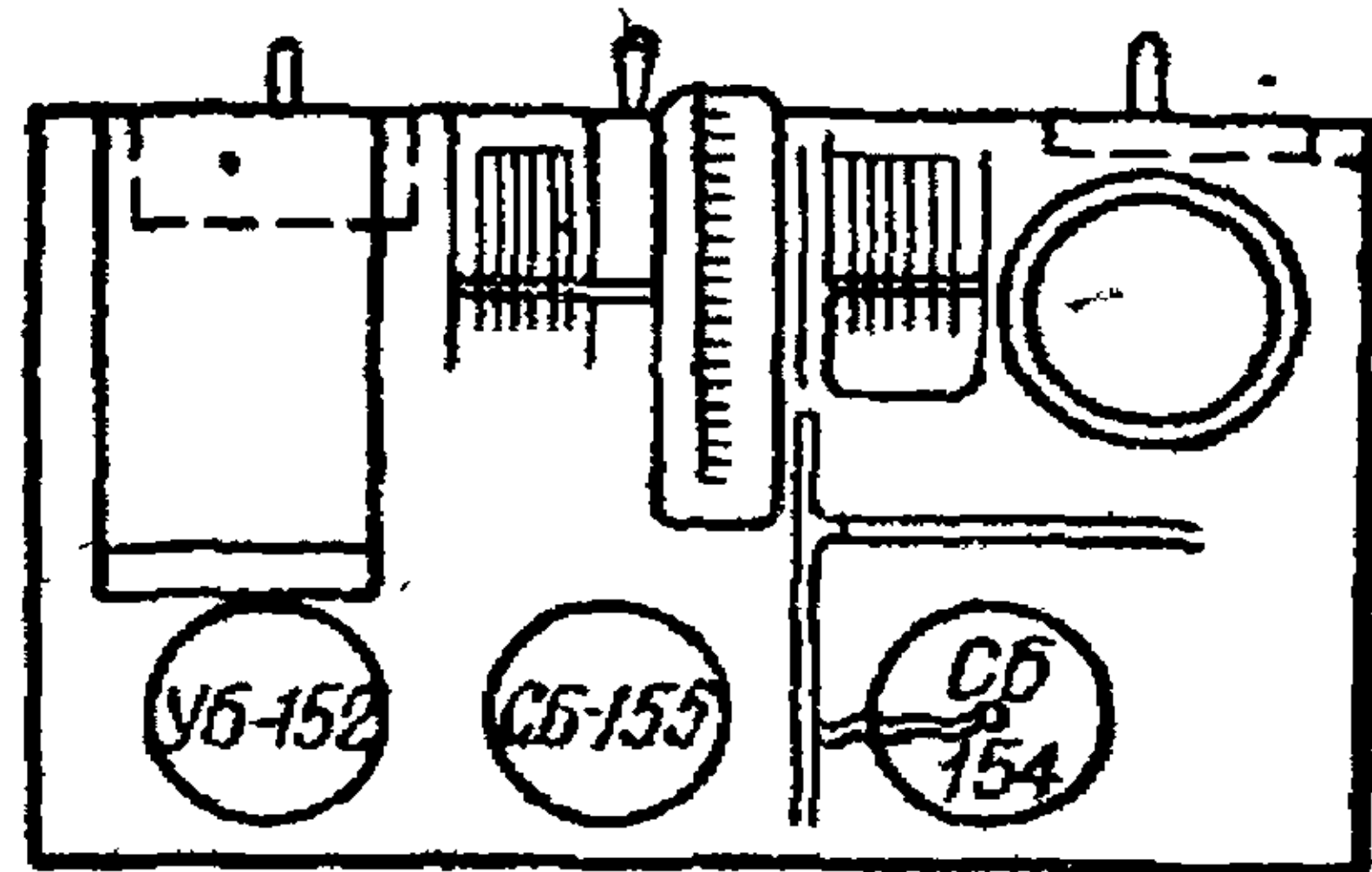


Рис. 205. Схема размещения ламп в приемнике БИ-234.

Приемник СИ-235

СИ-235 — сетевой индивидуальный двухконтурный трехламповый приемник выпуска 1935 года. Он питается от сети переменного тока напряжением 110, 127 или 220 в.

Приемник рассчитан на прием местных и мощных дальних станций, работающих в диапазоне воли от 200 до 550 и от 714 до 2000 м.

Неискаженная выходная мощность приемника — 0,5 вт. Потребляемая приемником от сети мощность — 38 вт. Приемник имеет следующие лампы: лампу усиления высокой частоты СО-148, детекторную лампу СО-124 и усилитель низкой частоты СО-122.

Питание анодов и экранирующих сеток ламп и подмагничивание динамического громкоговорителя производится от выпрямителя, работающего по однополупериодной схеме выпрямления с кенотроном ВО-202 (ВО-125).

На передней стенке приемника имеется пять ручек управления. Размещение ручек на панели и назначение каждой из них такое же, как и у приемника БИ-234.

С задней стороны приемника на шасси имеются гнезда для включения антенны и заземления и адаптерные гнезда, а также шнур с вилкой для включения приемника в сеть переменного тока.

Прежде чем включить приемник в сеть, необходимо снять его заднюю крышку, отвернув для этого две фасонные клеммы. В левом углу приемника (на силовом трансформаторе) имеется панель со

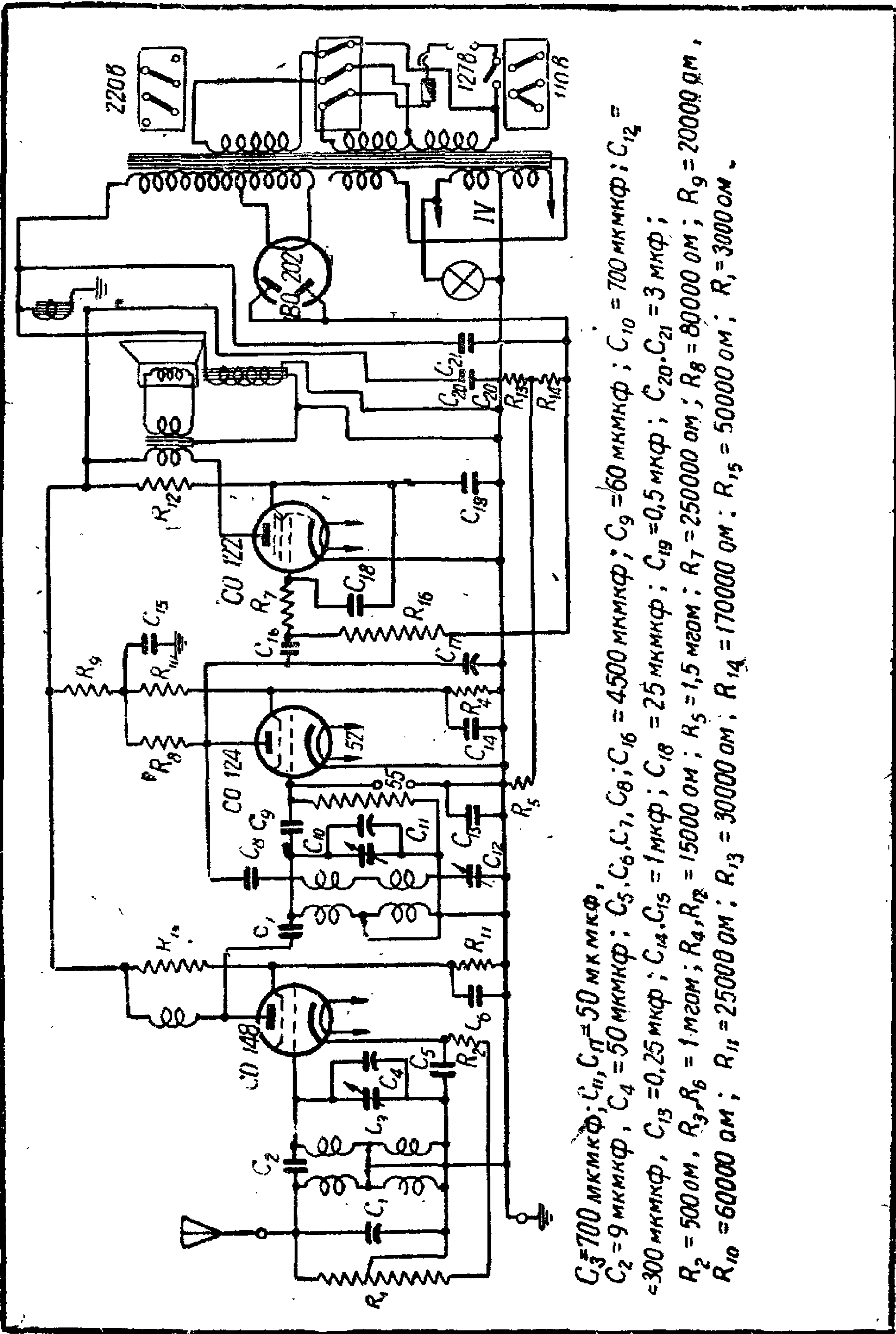


Рис 206. Принципиальная схема приемника СИ-235.

штырьками, соединенными между собой перемычками. Расположение перемычек должно соответствовать напряжению питающей сети.

Необходимо также проверить, вставлен ли в свой держатель, расположенный на общей панели с переключателем напряжения сети, плавкий предохранитель на 1 а; после этого закрыть заднюю крышку приемника и завинтить доотказа фасонные винты. При открытой задней стенке или плохо завинченных винтах приемник не работает.

На рис. 206 приведена полная схема приемника СИ-235, на рис. 207 показан порядок размещения ламп на шасси, а на рис. 208—схема блока конденсаторов приемника СИ-235.

При использовании приемника для воспроизведения записей граммофонных пластинок шнур от адаптера должен быть присоединен к гнездам „адаптер“. Поскольку чувствительность усилителя низкой частоты приемника высока, адаптер надо присоединять через отдельный регулятор громкости; в противном случае неминуемы искажения.

При включении адаптера антенну выключают или устанавливают регулятор громкости приемника на минимальную громкость и ручку обратной связи поворачивают доотказа влево. Заземление не выключают. При переходе на радиоприем нельзя оставлять адаптер включенным.

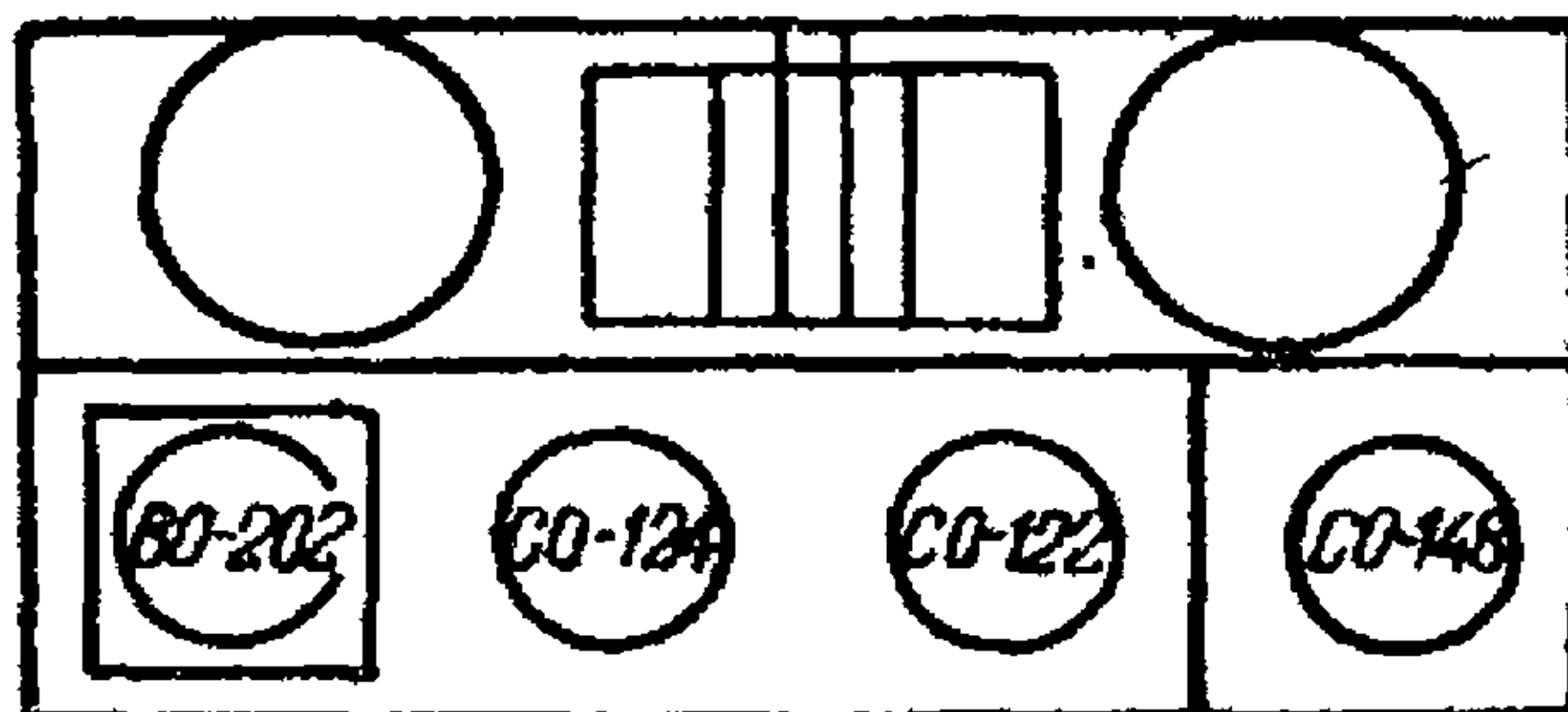


Рис. 207. Схема размещения ламп в приемнике СИ-235.

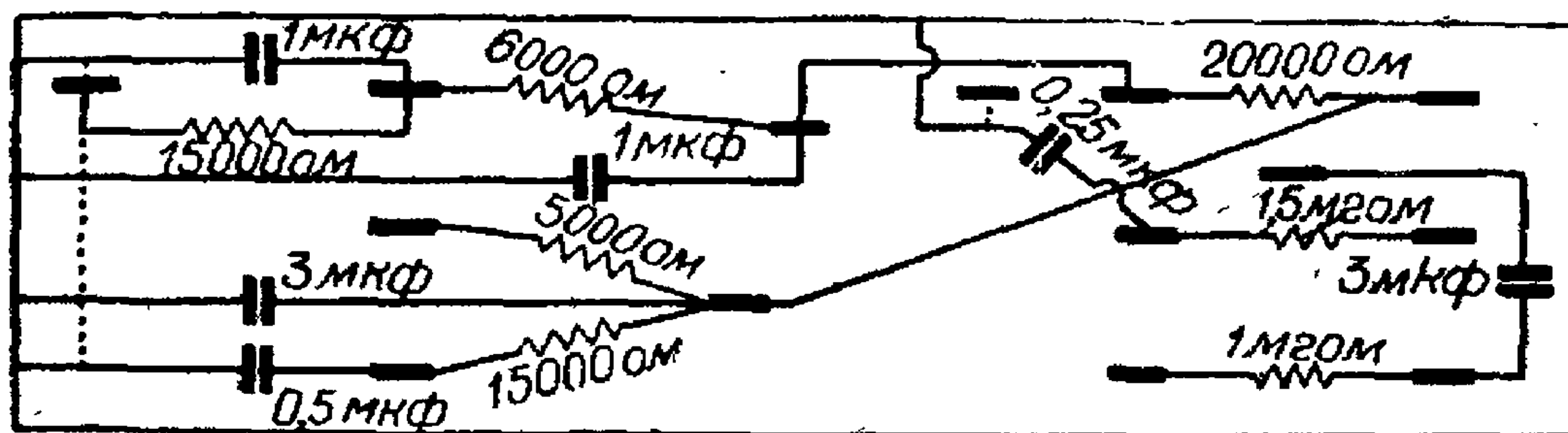


Рис. 208. Схема блока конденсаторов с сопротивлениями приемника СИ-235.

Желательно, чтобы вся проводка от адаптера и его регулятора громкости была сделана бронированным проводом. Броню следует заземлить, что значительно ослабит помехи.

В настоящее время лампы к приемнику СИ-235 наша промышленность выпускает под новыми наименованиями: 4К5С (СО-148), 4Ж5С (СО-124) и 4Ф5С (СО-122).

Приемник 6Н-1

Приемник 6Н-1 представляет собой шестилампный супергетеродии индивидуального пользования с питанием от сети переменного тока 110, 127 или, 220 в.

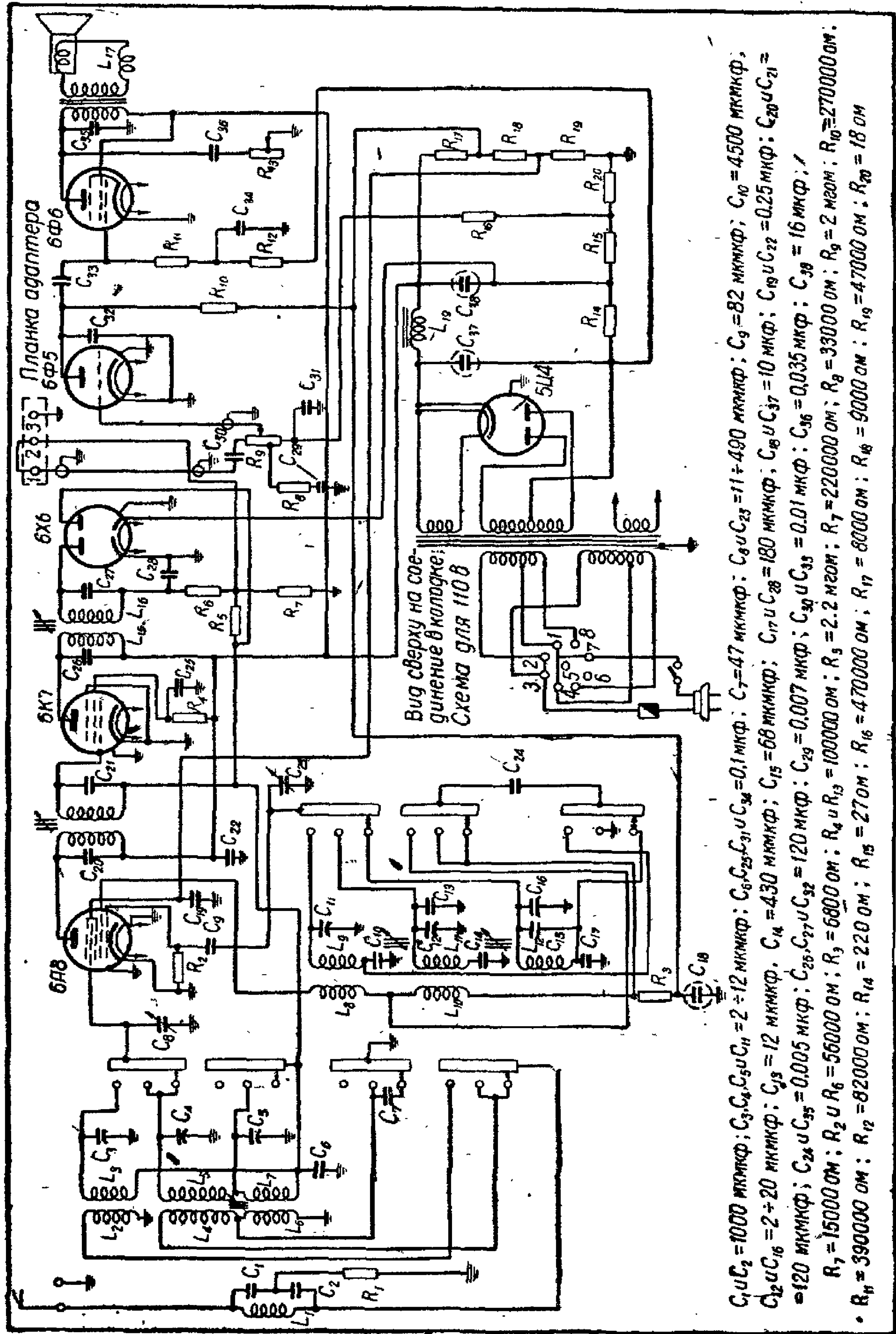


Рис. 209. Принципиальная схема приемника 6Н-1.

Приемник 6Н-1 может принимать радиостанции, имеющие длину волн от 15,7 до 51,7 м (19 000—5800 кГц), от 187,5 до 576 м (1600—520 кГц) и от 714 до 2000 м (420—150 кГц).

Выходная неискаженная мощность приемника 2 вт, наибольшая (с искажениями) 4 вт. Потребляемая от сети мощность 70 вт. Промежуточная частота—460 кГц.

Приемник работает на металлических лампах: 6А8, 6К7, 6Х6, 6Ф5, 6Ф6 и 5Ц4С.

На передней стенке ящика приемника под шкалой имеются четыре ручки управления. Верхняя центральная ручка служит для настройки приемника, а нижние: левая—выключатель и регулятор тона, средняя—переключатель диапазонов и правая—регулятор громкости.

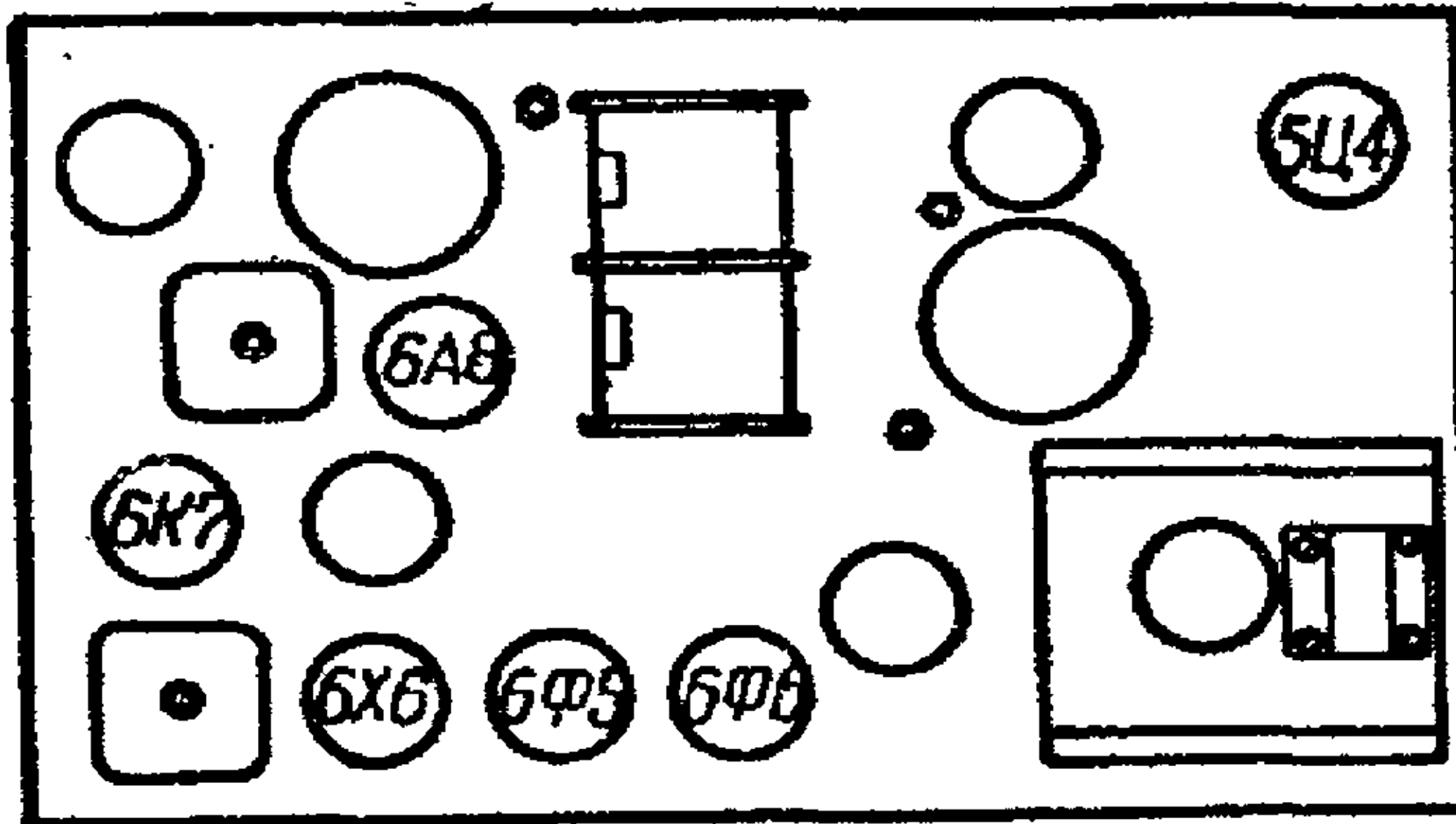


Рис. 210. Схема размещения ламп в приемнике 6Н-1.

При работе на коротковолновом диапазоне приемник настраивают верньерной (маленькой) ручкой настройки, замедляющей вращение стрелки шкалы в 50 раз. Этим достигается большая точность настройки на желаемую станцию.

При использовании приемника для проигрывания граммофонных пластинок проводники от адаптера должны быть присоединены к клеммам 1—3 на задней стороне приемника (панелька с тремя клеммами). При этом переключку между клеммами 1—2 необходимо разомкнуть, оставив ее свободно висящей на клемме 1. Желательно, чтобы вся проводка от адаптера была сделана бронированным проводом. Броню следует заземлить, что значительно ослабит помехи.

После окончания проигрывания пластинок и для перехода на прием радиопередачи необходимо отключить провода адаптера и снова соединить при помощи переключки клеммы 1—2.

При воспроизведении записи граммофонных пластинок громкость звука регулируют ручкой приемника «регулятор громкости».

На рис. 209 приведена принципиальная схема приемника 6Н-1, а на рис. 210 показано размещение ламп на шасси приемника.

Приемник «Пионер»

Приемник типа «Пионер» представляет собой пятиламповый супергетеродии на металлических лампах с питанием от сети переменного тока напряжением 110, 120, 135, 150, 220 и 240 в (возможны приемники с переключателем напряжений на 110, 127 и 220 в). Приемник нормально работает при отклонениях напряжения питающей сети не выше $\pm 10\%$.

Переключатель напряжений и предохранители помещены на панели силового трансформатора. Предохранители рассчитаны на ток в 1 а. Для установки переключателя на необходимое напряжение сети следует его оттянуть к себе и поворачивать до тех пор, пока цифры нуж-

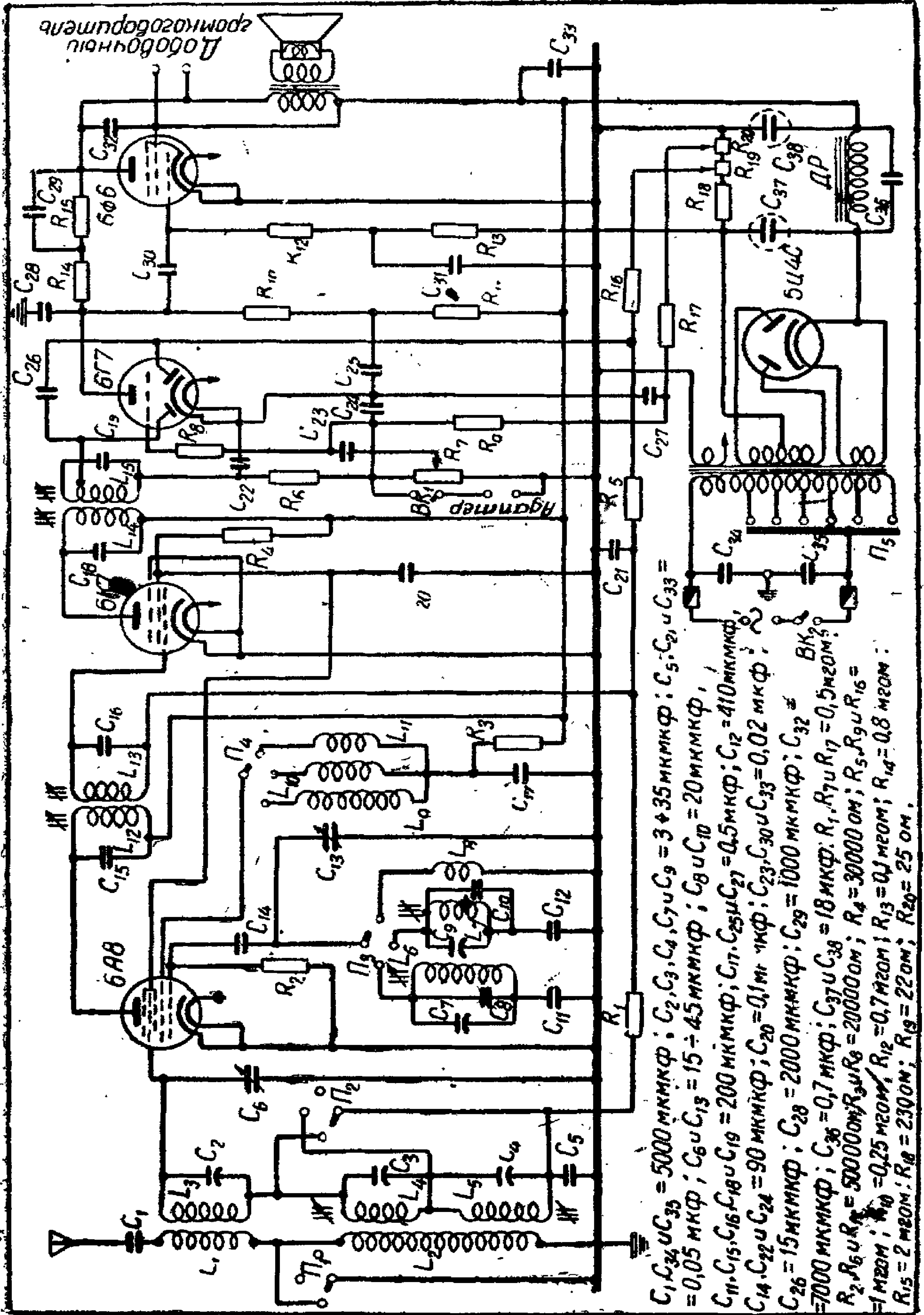


Рис. 211. Принципиальная схема приемника «Пионер» (старый образец).

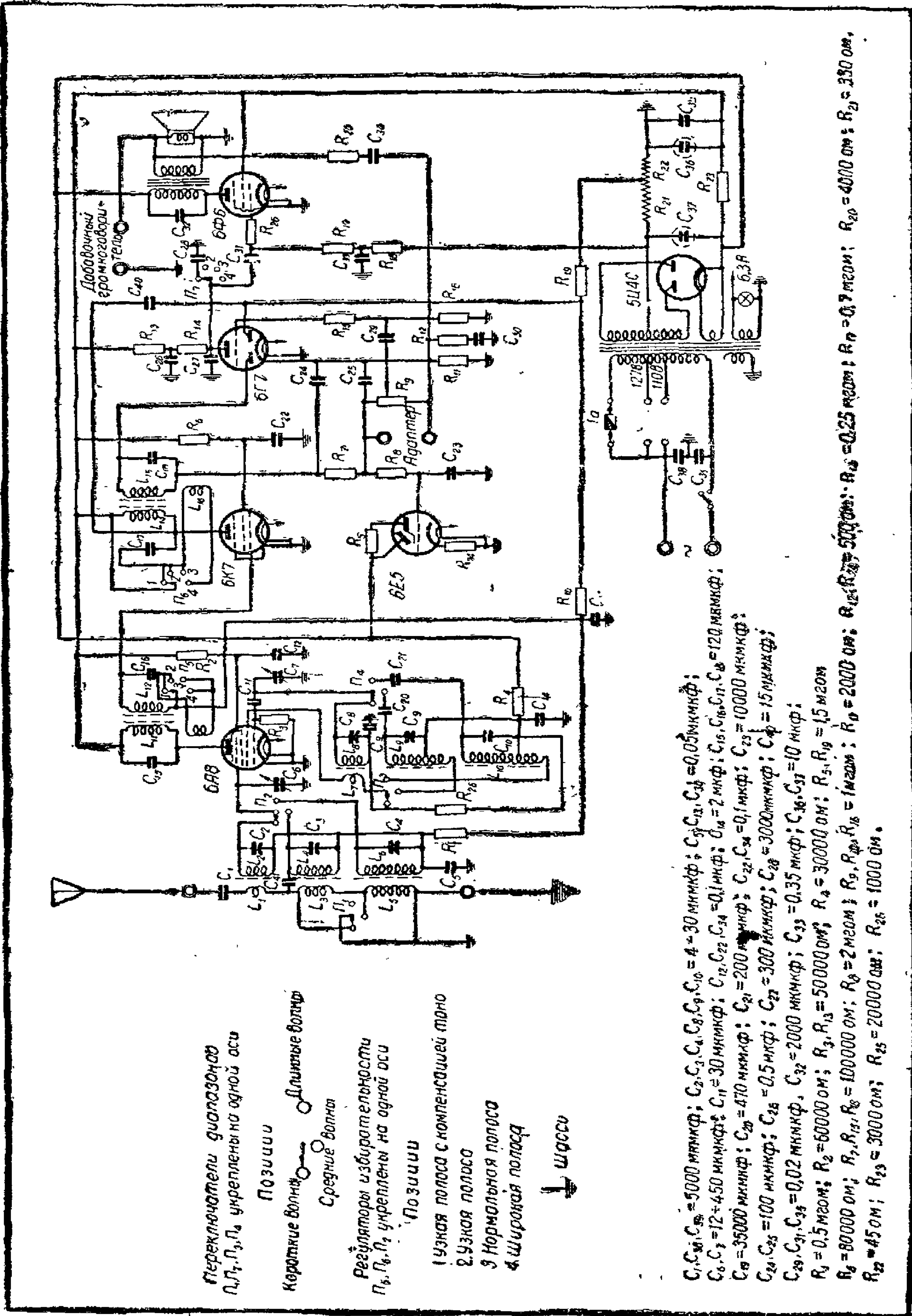


Рис. 212. Принципиальная схема приемника «Пионер» (образец 1947 г.).

ного напряжения не совпадут с контрольной черточкой, имеющейся на трансформаторе. При этом надо следить за тем, чтобы контактный штырек переключателя вошел в гнездо; в противном случае приемник работать не будет. Переключать надо при вынутой вилке сетевого шнура.

Приемник предназначен для приема передач радиовещательных станций, работающих в диапазоне волн: 2000—700 м, 600—200 м и 50—15 м, а также для воспроизведения звукозаписи граммофонных пластинок.

Промежуточная частота 460 кГц. Потребляемая приемником от сети мощность 70 Вт, неискаженная выходная мощность 2 Вт.

Управляют приемником при помощи трех ручек, расположенных на передней стороне ящика, и переключателя «радио—адаптер» на задней стороне приемника.

Левая крайняя ручка—выключатель сети и регулятор громкости, сдвоенная правая крайняя—переключатель диапазонов и ручка настройки приемника (меньшая—переключатель диапазонов, большая—ручка настройки на станции).

На задней стороне шасси приемника имеются гнезда антенны, земли, адаптера, добавочного репродуктора, а также переключатель «радио—адаптер».

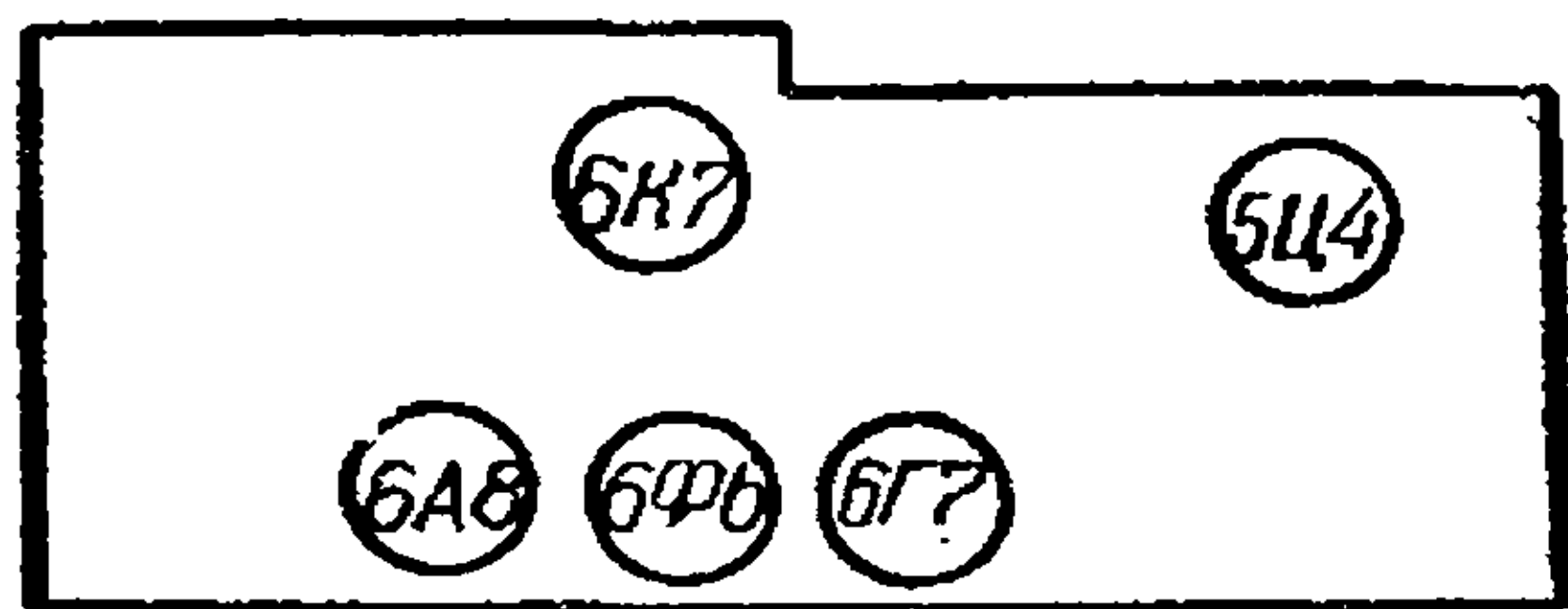


Рис. 213. Схема расположения ламп на шасси приемника «Пионер» (старый образец).

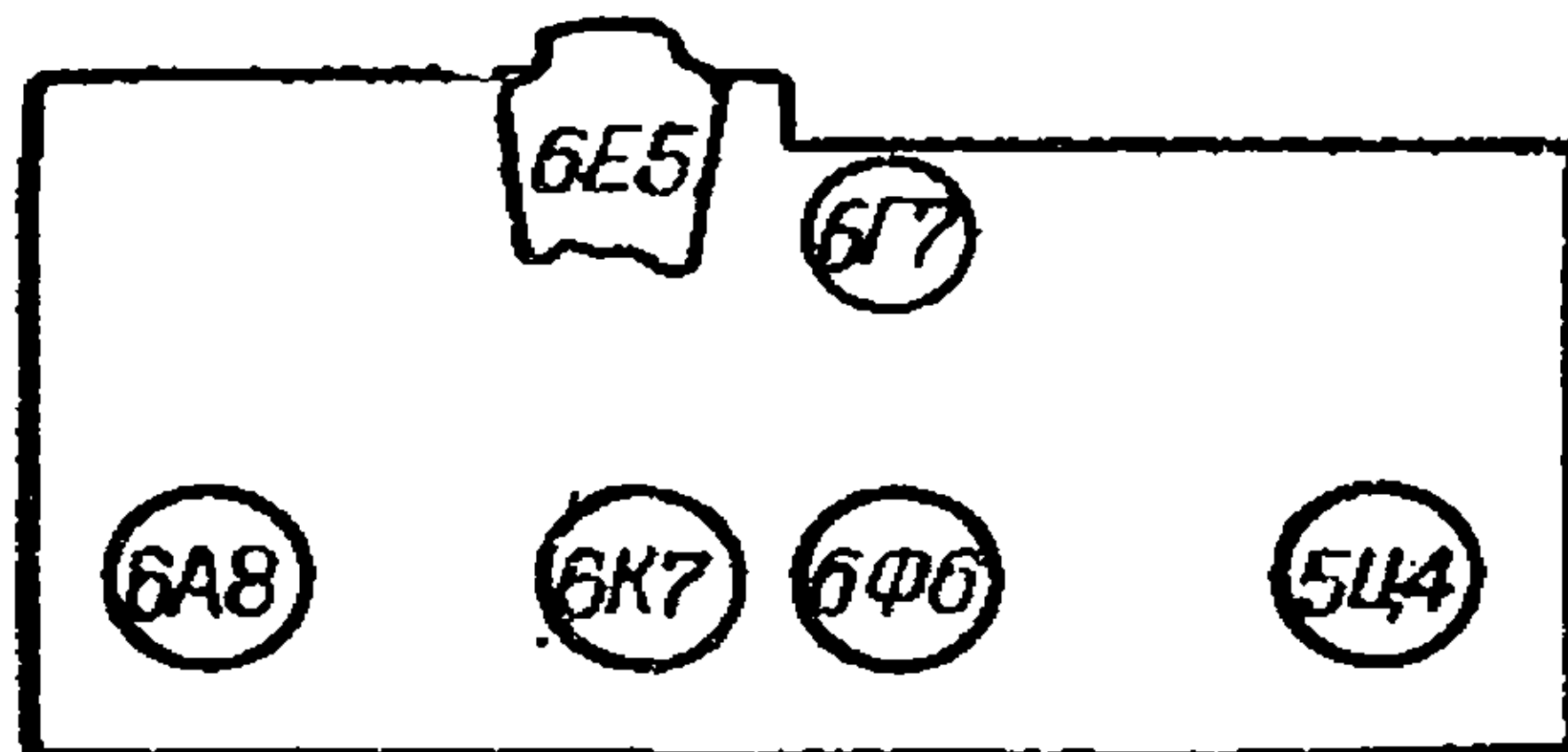


Рис. 214. Схема размещения ламп на шасси приемника «Пионер» (образец 1947 г.).

На рис. 211 приведена принципиальная схема приемника «Пионер», а на рис. 213 показано размещение ламп на шасси приемника.

С 1947 г. радиозавод им. Молотова в г. Минске возобновил выпуск радиоприемников «Пионер» по несколько измененной схеме. В новую схему приемника введена еще одна дополнительная лампа—оптический индикатор настройки (6Е5), автоматический регулятор чувствительности и негативная обратная связь.

Промежуточная частота приемника нового типа—468 кГц.

Внешний вид приемника сохранен почти без изменений.

На рис. 212 приведена принципиальная схема радиоприемника «Пионер» нового образца, а на рис. 214 показано размещение ламп на шасси приемника.

Приемник СВД-9

Радиоприемник типа СВД-9 представляет собой девятиламповый супергетеродин с питанием от сети переменного тока напряжением 110, 127 и 220 В.

Потребляемая от сети мощность—100 вт.

Шкала приемника разделена на четыре поддиапазона: длинноволновый—2000—750 м, средневолновый—556—200 м, первый коротковолновый 85,5—33,5 м и второй коротковолновый 36,6—16,7 м.

Приемник работает на радиолампах: 6К7 (3 шт.), 6А8, 6Х6, 6Ф5, 6Л6, 6Е5 и 5Ц4С.

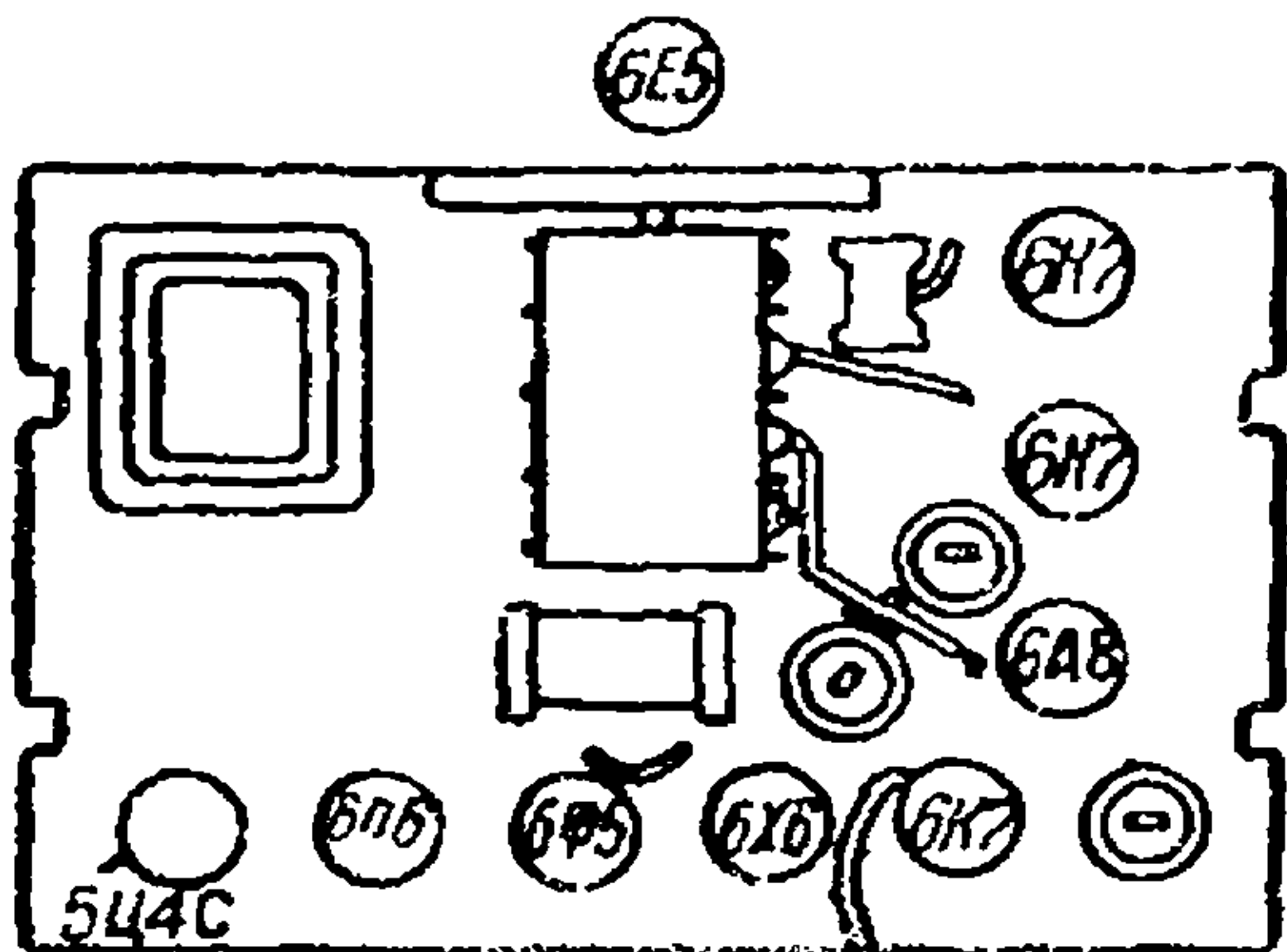


Рис. 216. Схема размещения ламп на шасси приемника СВД-9.

Громкость регулируют ручкой «регулятор громкости». При работе приемника на прием провода адаптера нужно отключать во избежание помех.

На рис. 215 приведена принципиальная схема приемника СВД-9, а на рис. 216 — схема размещения ламп на шасси приемника.

Промежуточная частота — 445 кГц.

На лицевой стороне приемника расположены четыре ручки управления: левая верхняя — переключатель диапазонов, правая верхняя — регулятор громкости, центральная — ручка настройки приемника, а расположенная под центральной ручка — регулятор тембра и выключатель сети.

На задней стороне шасси приемника размещены клеммы для подключения адаптера, антенны и земли.

При воспроизведении граммофонных записей через адаптер гром-

ЦВЕТНОЙ КОД ДЛЯ ВЫВОДНЫХ ПРОВОДНИКОВ ТРАНСФОРМАТОРОВ, КАТУШЕК И ДИНАМИКОВ

Входные трансформаторы высокой частоты

Белый — к антенне.

Серый — к управляющей сетке.

Коричневый — концы антенной и сеточной катушек — к общему минусу.

Гетеродинные катушки

Желтый — начало катушки настройки — к управляющей сетке гетеродина.

Коричневый — конец катушки настройки — к общему минусу.

Оранжевый — катушка обратной связи — к аноду гетеродина.

Красный — катушка обратной связи — к плюсу анодного питания.

Трансформаторы промежуточной частоты

Красный — к плюсу анодного питания.

Голубой — к аноду лампы.

Зеленый — к управляющей сетке следующей лампы.

Черный — к минусу (к цепи автоматической регулировки чувствительности, к земле и пр.).

Если вторичная обмотка трансформатора имеет отвод от середины, то этот средний отвод окрашивается в черный цвет, а конец, который должен быть черным, окрашивается в чернозеленый цвет.

Трансформаторы низкой частоты

Красный — к плюсу анодного питания.

Голубой — к аноду лампы.

Зеленый — к сетке следующей лампы.

Черный — к минусу.

Двухтактные трансформаторы

Синий — оба конца первичной обмотки — к анодам ламп.

Красный — средний вывод первичной обмотки — к плюсу анодного питания.

Зеленый — оба конца вторичной обмотки — к сеткам последующих ламп или к звуковой катушке динамика.

Черный — средняя точка вторичной обмотки.

Выходные трансформаторы

Красный — к плюсу анодного питания.

Синий — к аноду лампы.

Зеленый и черный — к звуковой катушке динамика.

Звуковая катушка динамика

Черный с зеленым — начало катушки.

Зеленый — конец катушки.

Обмотка подмагничивания динамика

Черный с красным — начало катушки.

Желтый с красным — конец катушки.

Серый с красным — отвод.

Силовые трансформаторы

Черный — оба конца сетевой обмотки. Если у этой обмотки имеется отвод, то черный — начало, черный с красным — конец, черный с желтым — отвод.

Красный — оба конца повышающей обмотки.

Красный с желтым — средняя точка повышающей обмотки.

Желтый — оба конца обмотки накала кенотрона.

Желтый с голубым — отвод от середины обмотки накала кенотрона.

Зеленый — оба конца обмотки накала ламп.

Зеленый с желтым — средняя точка обмотки накала ламп.

Коричневый — оба конца второй обмотки накала ламп.

Коричневый с желтым — средняя точка этой обмотки.

Серый — оба конца третьей обмотки накала ламп.

Серый с желтым — средняя точка этой обмотки.

ДАННЫЕ ДИНАМИКОВ И ТРАНСФОРМАТОРОВ

Таблица 65

Основные данные динамиков, применяемых в радиоприемниках отечественного производства

Динамик	Мощность (в вт)	Звуковая катушка			Катушка возбуждения			
		сопротивление (в ом)	число витков	марка и диаметр провода (в мм)	сопротивление (в ом)	число витков	марка и диаметр провода (в мм)	
6Н-1	3	1,7	52	ПЭ 0,23	1256 0,11	11 000 27 ¹	ПЭ 0,16	
ЭКЛ-4	1	10	165	ПЭ 0,18			2000	22 000
ЭКЛ-34	1	10	112	ПЭ 0,2	2000	28 300	ПЭ 0,18	
ЭЧС-4	1	10	134	ПЭ 0,18	10 000	47 000	ПЭ 0,12	
СИ-235	1	1,7	52	ПЭ 0,23	1265	11 000	ПЭ 0,16	
Т-35	1	4	61	ПЭ 0,2	3000	26 000	ПЭ 0,2	
РП-8	1	12 4,5	154	ПЭ 0,15	1000	12 000	ПЭ 0,18	
			72	ПЭ 0,17	850	9 000	ПЭ 0,18	
9Н-4	—	1,9	52	ПЭ 0,23	1260	11 000 27 ¹	ПЭ 0,16	
Д-11 (радиола)	15	7	—	—	1750		18 250	—
4НБС-6	—	2,2	Динамик с постоянным магнитом					—
„Родина“	1	2,9	То же					—
5НР-3	—	2	62	ПЭ 0,25	1110	12 500	ПЭ 0,18	
ВЭФ-М557	3	2	23	ПЭ 0,22	—	11 000	ПЭ 0,8	
„Рига“ (Т-689)	4	12	—	—	—	—	—	
„Ленинград“	4	8,4	75	ПЭЛ 0,15	3000	25 000	ПЭЛ 0,18	
6Н-25 и 7Н-27	3	1,9	53	ПЭ 0,23	4500 0,1	23 000	ПЭ 0,13	
						23,3 ¹	ПБД 0,8	
„Салют“	3	3	—	—	1450	20 000	ПЭ 0,18	
„Рекорд“	1,5	3,25	—	—	—	—	—	
„Пионер“ (нов.)	3	3	—	—	—	—	—	
„Урал“-47	—	2,9	65	ПЭЛ 0,20	1200	14 400	ПЭЛ 0,20	
„Электросигнал-2“	3	3	52	ПЭЛ 0,18	—	—	—	

¹ Антифонная катушка.

Таблица 66

Данные выходных трансформаторов отечественных радиоприемников

Трансформатор от приемника	Первичная обмотка		Вторичная обмотка		Тип железного сердечника	Толщина сердеч- ника (в мм)	Сечение сердеч- ника (в см ²)
	число витков	диаметр провода (в мм)	число витков	диаметр провода (в мм)			
6Н-1 (ДП-37)	2660	ПЭ 0,13	48	ПЭ 0,68	Ш-17	18	3,24
ЭКЛ-4	2400	ПЭ 0,2	170	ПБД 0,8	Ш-19	34	6,5
ЭКЛ-34	1200	ПЭ 0,15	80	ПЭ 0,55	—	20	—
ЭЧС-3	2400	ПЭ 0,2	1700	ПЭ 0,2	Ш-19	—	4
			135	ПЭ 0,65			
ЭЧС-4	2400	ПЭ 0,2	135	ПЭ 0,65	Ш-19	—	4
СИ-235	8250	ПЭ 0,1	100	ПЭ 0,1	—	—	1,5
Т-35	2000	ПЭ 0,2	80	ПЭ 0,2	Ш-20	—	3,6
РПК-10	5000×2	ПЭ 0,2	1200	ПЭ 0,2	Ш	—	—
			80	ПЭ 0,5			
9Н-4	2660	ПЭ 0,13	48	ПЭ 0,69	Ш-18	18	3,24
Д-11	1850×2	ПЭ 0,12	82	ПЭ 0,7	(корректирую- щая обмотка)	—	—
			605	ПЭ 0,12			
СВД-1	975×2	ПЭ 0,1	38	ПЭ 0,47	Ш	—	5,76
СВД-М	975×2	ПЭ 0,1	29	ПЭ 0,47	Ш	—	6,76
			82	ПЭ 0,8			
СВД-9	2796	ПЭ 0,19	420	ПЭ 0,27	(корректирую- щая обмотка)	—	3,92
			54	ПЭЛ 0,69			
„Москвич“	2500	ПЭЛ 0,12	54	ПЭЛ 0,69	Ш-16	18	—
„Пионер“	3500	ПЭ 0,14	78	ПЭ 0,77	Ш	—	—
„Родина“	2000×2	ПЭЛ 0,1	33	ПЭ 0,8	Ш	—	—
ВЭФ-557	3200	ПЭ 0,13	66	ПЭ 0,7	Ш	—	—
„Рекорд“	1800	ПЭЛ 0,12	1500 ¹	ПЭЛ 0,1	Ш-16	16	2,56
			32÷33	ПЭЛ 0,55			
„Урал-47“	2700	ПЭЛ 0,15	63	ПЭЛ 0,69	Ш-19	—	4
			7	ПЭ 0,8			
„Ленинград“	1850×2	ПЭ 0,12	85	ПЭ 0,8	—	—	—
			308 ²	ПЭ 0,21			
„Салют“ 6Н-25	4000	ПЭ 0,13	86	ПЭ 0,6	Ш-20	25	—
„Восток“ (7Н-27)	2000×2	ПЭ 0,13	32	ПЭ 0,5	Ш-20	20	5
„Электросиг- нал-2“	1360+840	ПЭ 0,13	56	ПЭ 0,9	Ш-18	—	4,5

¹ Обмотка для включения дополнительного громкоговорителя типа „Рекорд“.

² Обмотка для включения дополнительного громкоговорителя сопротивлением около 600 см.

ГЕНЕРАТОРЫ С САМОВОЗБУЖДЕНИЕМ

Колебания высокой частоты генерируются в передатчиках двумя методами: генератором с самовозбуждением и генератором с независимым возбуждением. В генераторе независимого возбуждения генераторная лампа выполняет роль мощного усилителя (рис. 217, а).

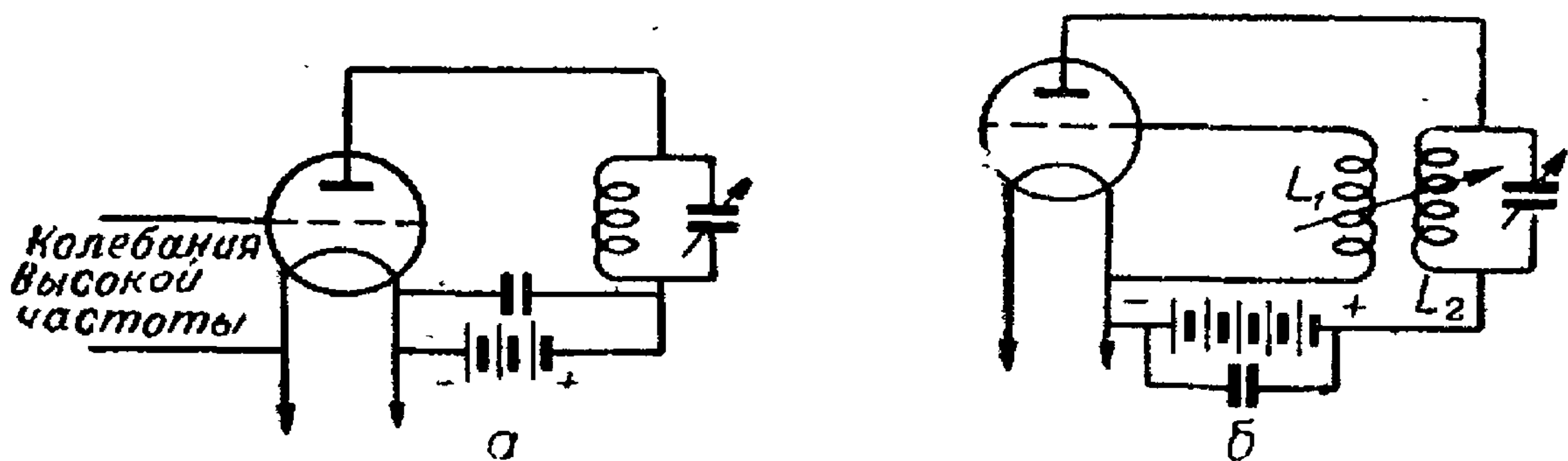


Рис. 217. Схема генератора:
а — с независимым возбуждением; б — с самовозбуждением.

В генераторе, собранном по схеме самовозбуждения (рис. 217, б) колебания генерируются самим каскадом самовозбуждения без всякого постороннего возбудителя в цепи сетки (без задающего генератора). В генераторе с самовозбуждением цепь сетки получает необходимое напряжение для автоматического поддержания электрических колебаний в колебательном контуре, благодаря наличию обратной связи анодной цепи с сеточной.

В настоящее время передатчики даже малой мощности собираются по схеме с посторонним возбуждением. В сравнении со схемой самовозбуждения, схемы постороннего возбуждения имеют преимущества, из которых главнейшие: более устойчивая работа, значительно лучшая стабильность частоты, лучшие условия для телефонной работы и др.

По способу соединения лампы, анодного контура и анодного питания генераторы подразделяются на генераторы последовательного и генераторы параллельного питания.

На рис. 218 приведена схема генератора с параллельным питанием. Конденсатор C_6 должен быть рассчитан на двойное рабочее анодное

напряжение, а величина его емкости должна быть такой, чтобы для токов высокой частоты он не представлял большого сопротивления.

Дроссель высокой частоты D_p из-за малого омического сопротивления не влияет на постоянный анодный ток, но в то же время имеет значительное индуктивное сопротивление для токов высокой частоты и поэтому преграждает путь этим токам в цепь анодного питания.

В схемах параллельного питания отсутствует постоянное высокое напряжение на контуре, что устраняет опасность для оператора при настройке контура, имеющуюся при схеме последовательного питания.

По способу обратной связи различают генераторы с индуктивной обратной связью, генераторы с емкостной обратной связью

и генераторы с индуктивно-емкостной обратной связью. Примером применения индуктивной обратной связи в генераторе может служить схема рис. 218.

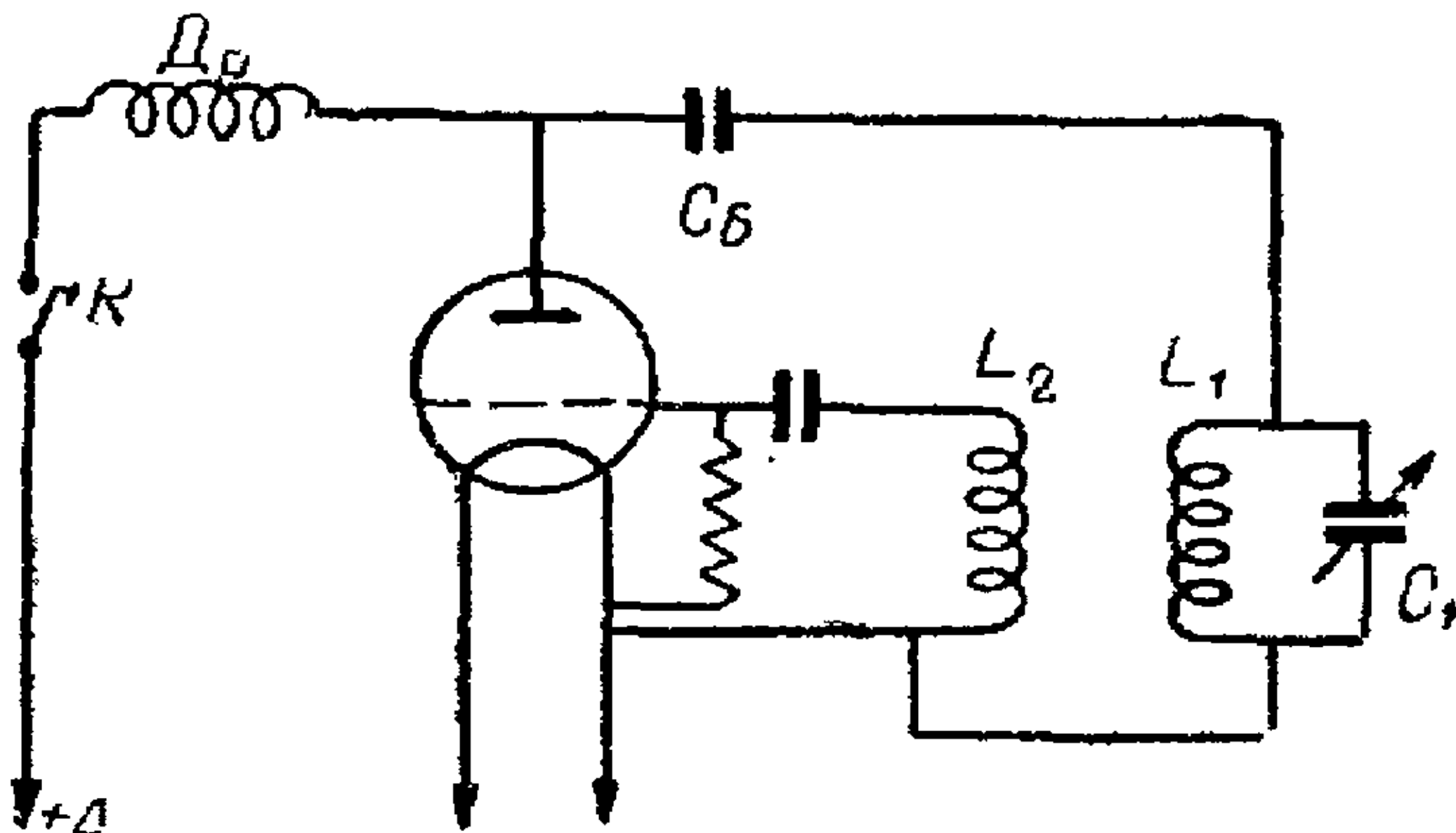


Рис. 218. Схема генератора с параллельным питанием.

Широкое распространение имеет так называемая трехточечная схема (рис. 219). В этой схеме контурная и сеточная катушки совмещены в одну. Катушка L входит в колебательный контур и вместе с конденсатором C определяет настройку на нужную частоту. Часть катушки L_g является сеточной катушкой; с нее подается напряжение на сетку.

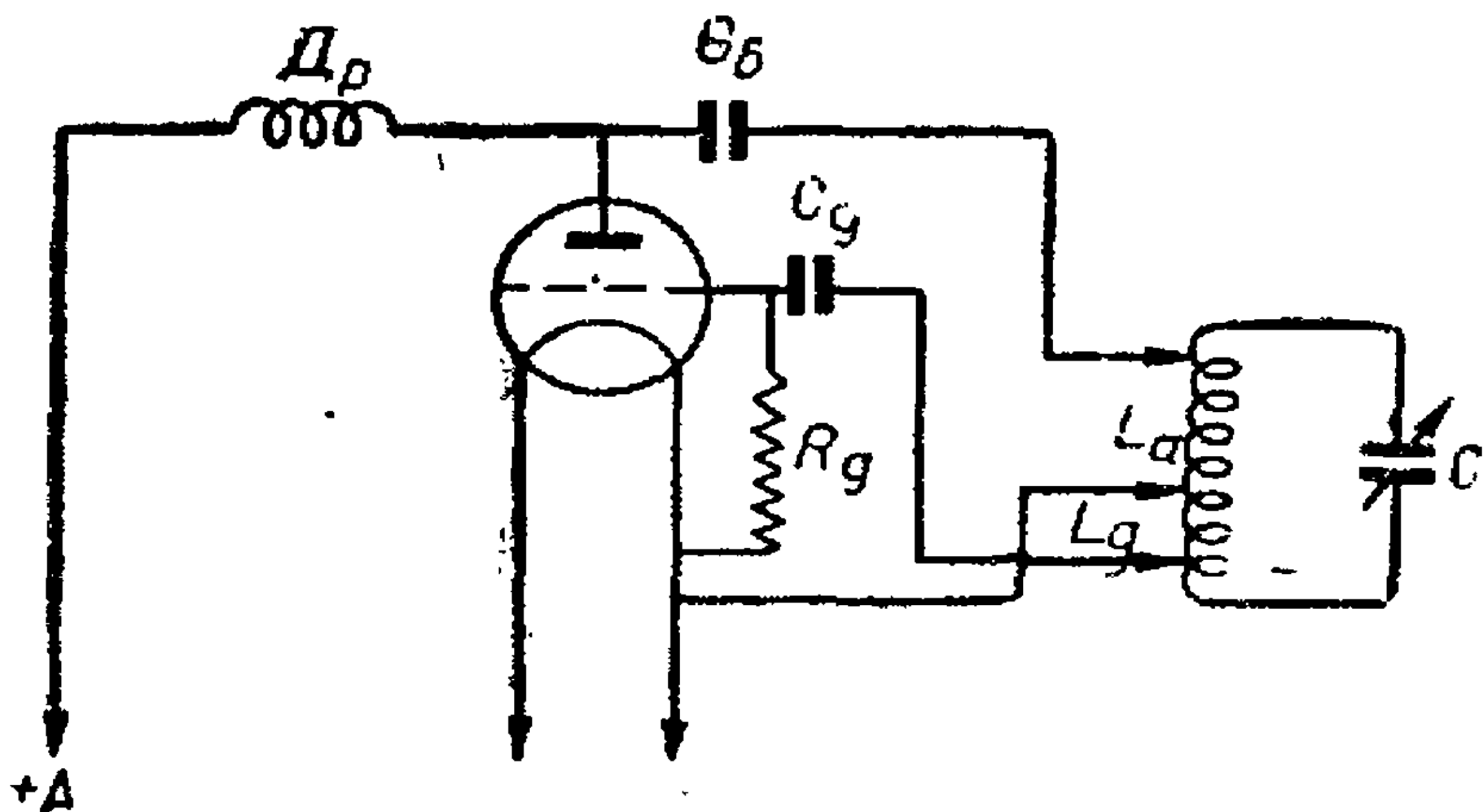


Рис. 219. Трехточечная схема генератора.

как между переменными напряжениями на аноде и на сетке лампы должен быть сдвиг фаз на 180° . Схема называется трехточечной потому, что колебательный контур в схему включается тремя точками.

Примером емкостной обратной связи в генераторе с самовозбуждением может служить схема рис. 220. В этой схеме конденсатор контура разделен на две части C_1 и C_2 . Конденсатор C_1 входит в анодную цепь, а конденсатор C_2 является сеточным и с него подается напряжение на сетку.

Для более удобного подбора режима провода от анода, сетки и накала присоединяют к контуру с помощью „щипков“, которые могут перемещаться по виткам катушки (на схеме показаны стрелками). На схеме провода от сетки и накала, идущие к катушке, перекрещиваются, так

Более распространена схема «настроенный анод, настроенная сетка» (рис. 221). В этой схеме обратная связь осуществляется через

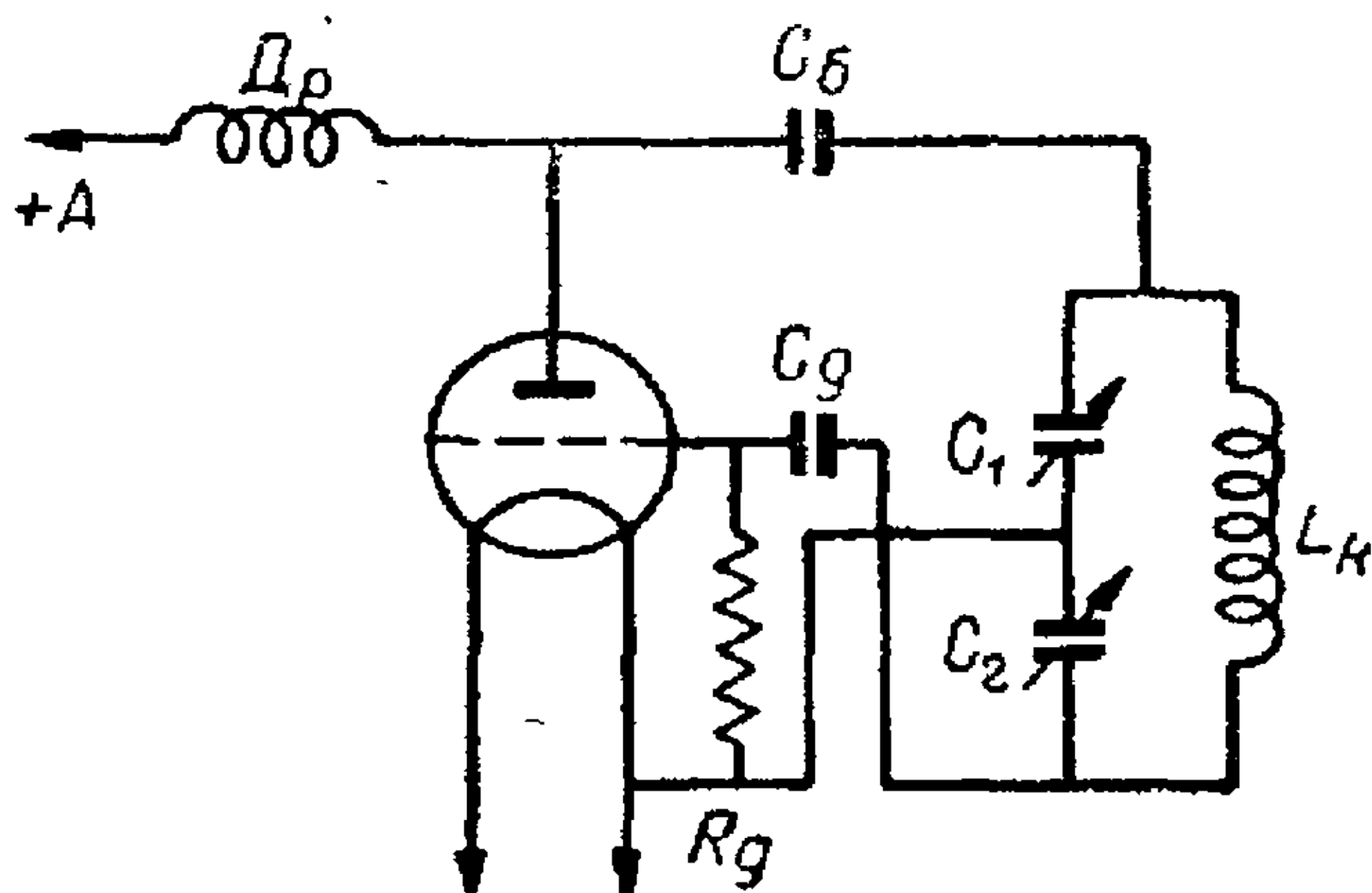


Рис. 220. Схема генератора с самовозбуждением, с емкостной обратной связью.

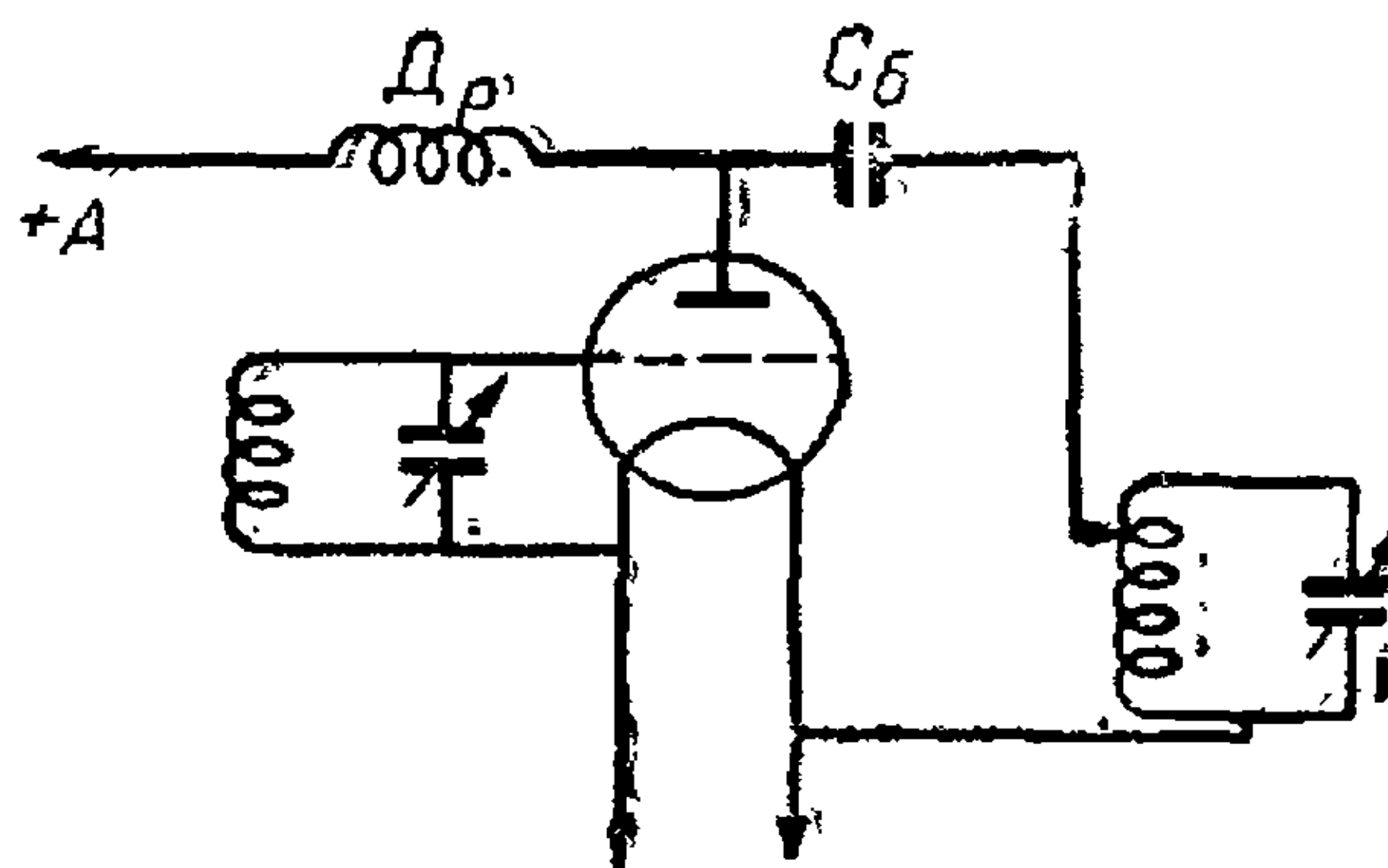


Рис. 221. Схема с настроенными контурами в цепях сетки и анода.

внутриламповую емкость анод-сетка. Схема «настроенный анод, настроенная сетка» является одной из лучших схем однотоковых генераторов с самовозбуждением, так как она устойчива в работе и отличается хорошей стабильностью частоты.

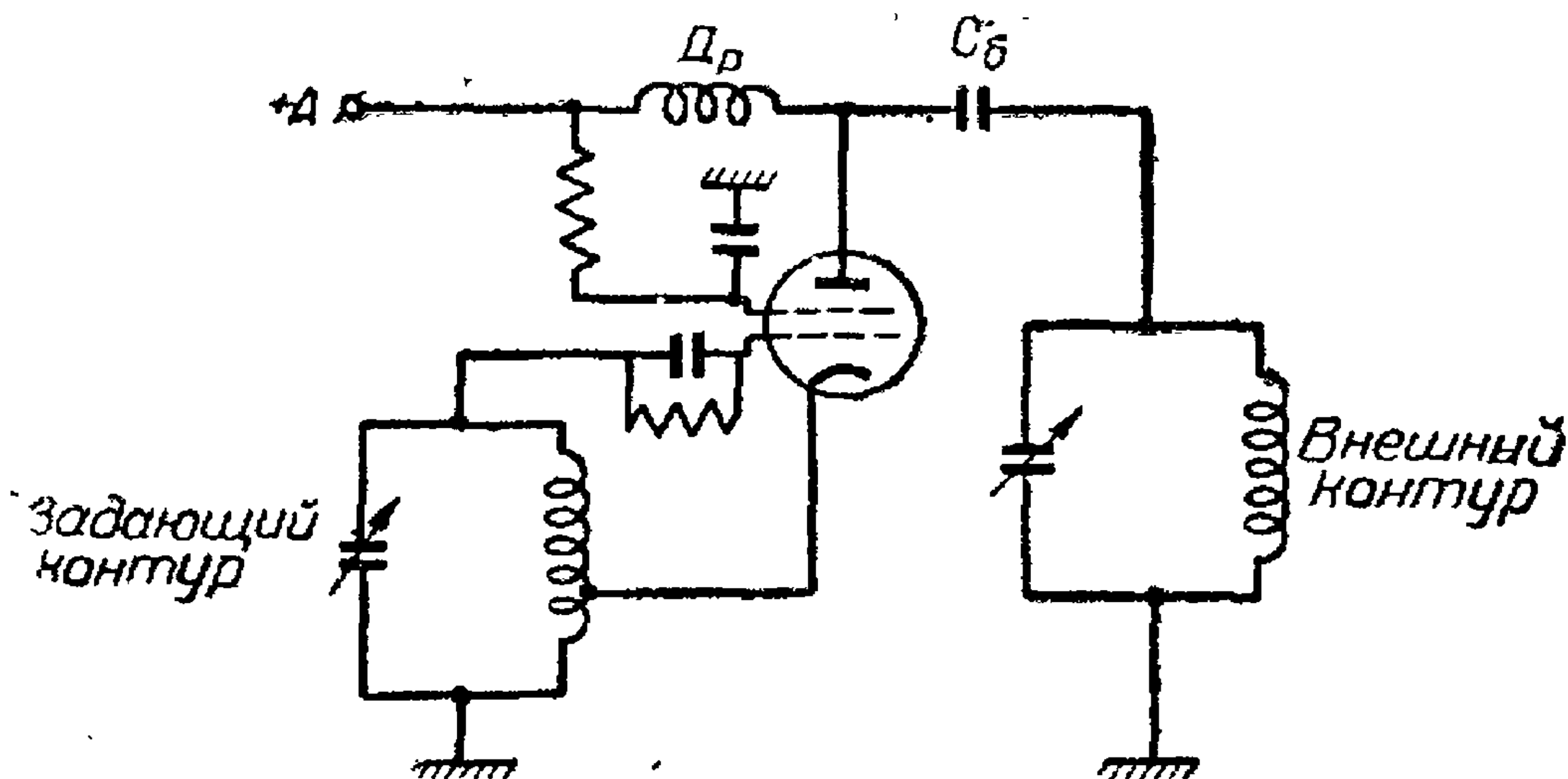


Рис. 222. Схема генератора с электроинной связью.

Применяя в возбудителе экранированную лампу, можно достичь высокой стабильности частоты, используя схему (рис. 222), в которой связь между контуром возбудителя и внешним контуром осуществляется лишь через электронный поток в лампе.

Виды колебаний

Вследствие того, что на сетку лампы подается переменное напряжение при генерировании колебаний, через генераторную лампу проходит пульсирующий ток. Этот ток может иметь ту или иную

форму во времени, в зависимости от режима работы генераторной лампы. По форме кривой во времени различают два основных вида колебаний. При колебаниях первого рода анодный ток

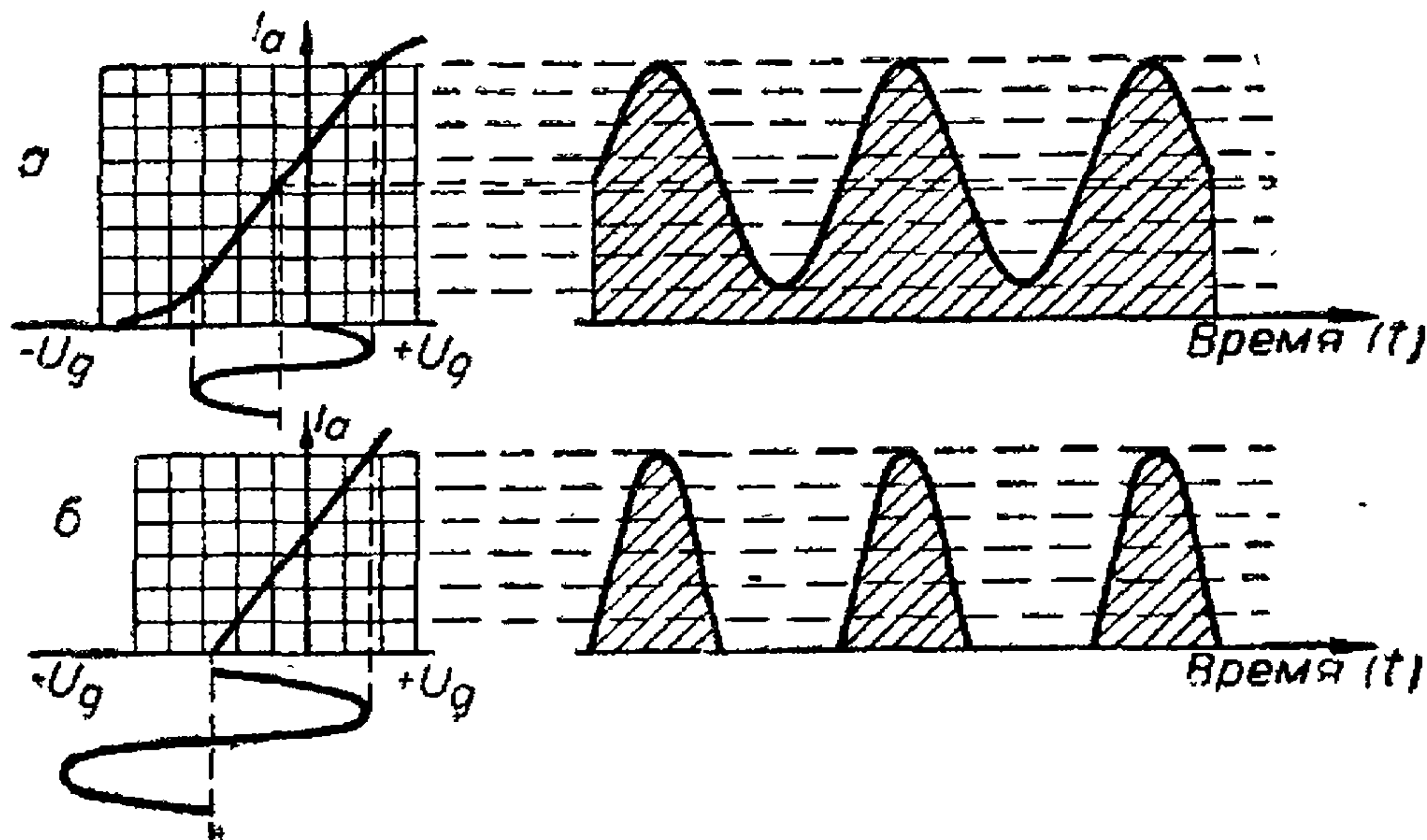


Рис. 223. Виды колебаний: а — колебания первого рода; б — колебания второго рода.

не доходит до нулевого значения. В этом случае кривая анодного тока непрерывна (рис. 223, а). Ввиду малого коэффициента полезного действия (менее 50%) колебания первого рода применяют лишь в некоторых лабораторных схемах.

При колебаниях второго рода анодный ток временами доходит до нулевого значения. Поэтому форма кривой анодного тока при колебаниях второго рода имеет прерывистый характер (рис. 223, б).

В передатчиках генераторные лампы работают исключительно в режиме колебаний второго рода, так как при этом получается высокий к. п. д. при малой мощности, рассеиваемой на аноде, и малом потреблении энергии на питание анодных цепей передатчика.

При колебаниях второго рода вершина кривой импульса анодного тока может иметь различные формы: остроконечную (рис. 223, б) и усеченную (рис. 224). Форма импульса зависит от величины амплитуды сеточного напряжения, сопротивления контура и сеточного смещения. Если сеточное напряжение настолько велико, что значение анодного тока заходит за точку верхнего перегиба анодной характеристики, тогда импульсы анодного тока будут иметь усеченную форму.

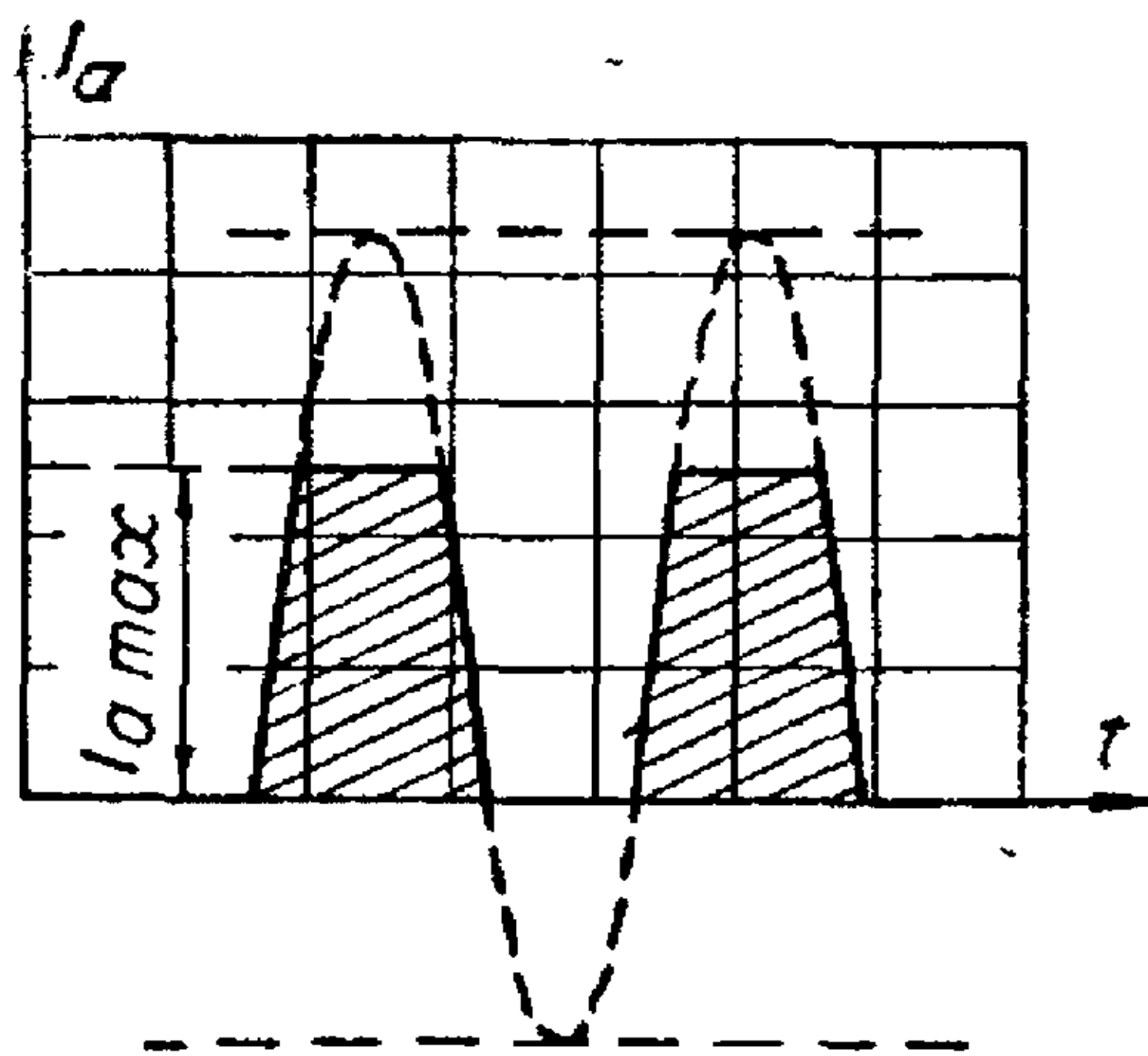


Рис. 224. Усеченная форма импульсов анодного тока.

Угол отсечки анодного тока

При работе в режиме колебаний второго рода через лампу анодный ток проходит в течение части периода.

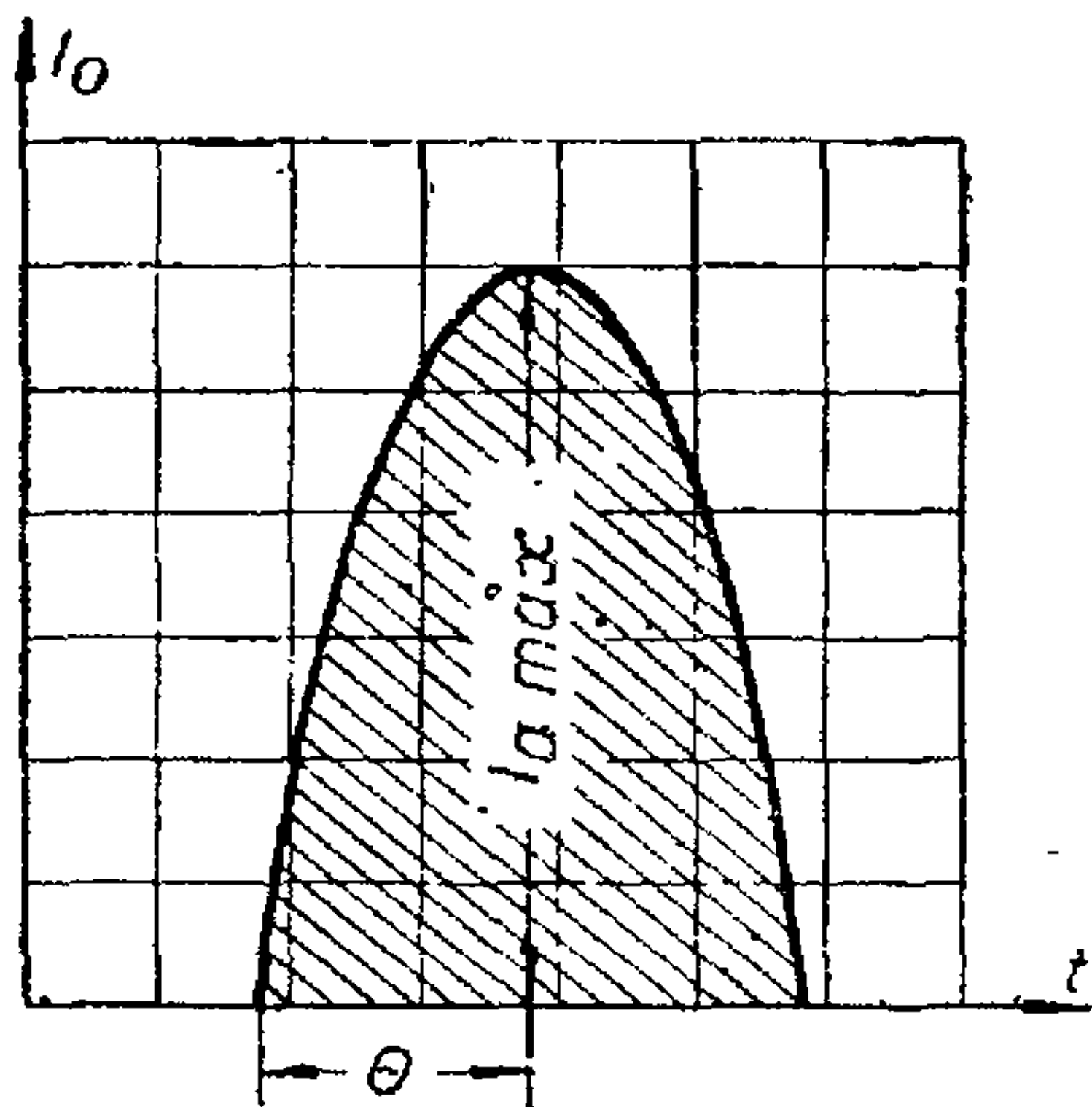


Рис. 225. Форма импульса анодного тока при работе с отсечкой.

Половину промежутка времени полного импульса, выраженную в градусах или радианах, называют углом отсечки анодного тока или просто углом отсечки (рис. 225) и обозначают буквой θ . Практически ламповый генератор работает с углом отсечки от 60° до 90° .

Угол отсечки играет важную роль при расчете лампового генератора, так как от этой величины зависят к. п. д., полезная мощность, а значит и мощность, рассеиваемая на аноде.

Угол отсечки устанавливают включением в цепь сетки добавочного отрицательного напряжения (напряжения сеточного смещения) или введением в цепь сетки сопротивления, шунтированного емкостью и называемого гридликом.

В генераторах с самовозбуждением применяется второй метод.

Режим работы генератора

Между анодом и катодом генераторной лампы действует некоторое напряжение от источника тока, и в цепь анода включается колебательный контур. Источник тока дает постоянное, а колебательный контур — переменное напряжение. Таким образом, между катодом и анодом лампы как бы включено два напряжения, из которых одно постоянное, а другое — переменное. Суммарное напряжение между анодом и катодом лампы графически можно было бы изобразить в виде пульсирующей кривой.

Максимальное значение анодного напряжения будет равно сумме напряжений источника питания и амплитуды колебательного напряжения на контуре. Эта сумма близка к двойному значению напряжения анодного питания.

Минимальное значение анодного напряжения будет равно разности этих двух напряжений. Таким образом, при работе генератора, имеющего в анодной цепи нагрузку (колебательный контур), напряжение на аноде генераторной лампы будет меняться и некоторый момент периода величина анодного напряжения будет близка по величине к амплитуде сеточного напряжения.

Если минимальное анодное напряжение больше амплитуды сеточного напряжения, то такой режим называют **недонапряженным**. Этот режим характерен сравнительно большой величиной мощности, рассеиваемой на аноде, и невысоким к. п. д.

Если же минимальное напряжение на аноде меньше амплитуды напряжения на сетке, то наступает **перенапряженный** режим,

характеризующийся возрастанием сеточного тока, искажением формы кривой анодного тока и повышением к. п. д.

В расчетах ламповых генераторов вводится понятие коэффициента использования анодного напряжения ξ , который представляет собой отношение колебательного напряжения U_{ma} к посто-

янному анодному напряжению, т. е. $\xi = \frac{U_{ma}}{E_a}$.

РАСЧЕТ ГЕНЕРАТОРА С НЕЗАВИСИМЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ

Расчет генератора с независимым возбуждением основывают на идеализированной прямолинейной характеристике лампы. При этом нижний загиб характеристики спрямляют до пересечения проводимой линии с осью сеточных напряжений (рис. 226). При расчете усилительного каскада колебательную мощность P_k считают заданной.

1. Лампу по заданной колебательной мощности выбирают по формуле:

$$P_k \leq \frac{I_s E_a}{5}, \quad (14,1)$$

где: P_k — колебательная мощность контура (в *вт*); I_s — ток насыщения лампы (в *а*); E_a — анодное напряжение (в *в*).

Одновременно необходимо проверить, подходит ли лампа по мощности рассеяния на аноде. При маломощных лампах к. п. д. принимают предварительно равным 0,6. Тогда выбранная лампа будет удовлетворять условиям, если будет выполнено неравенство:

$$P_a \approx 0,66 P_k \leq P_{a_{max}}, \quad (14,2)$$

где: $P_{a_{max}}$ — максимально допустимая мощность рассеяния на аноде.

Допустим, выбранная лампа подходит и имеет параметры: $S, D, I_s, P_{a_{max}}, E_a, U_{g0}$; здесь U_{g0} — сеточное напряжение начальной точки, идеализированной характеристики (см. рис. 226).

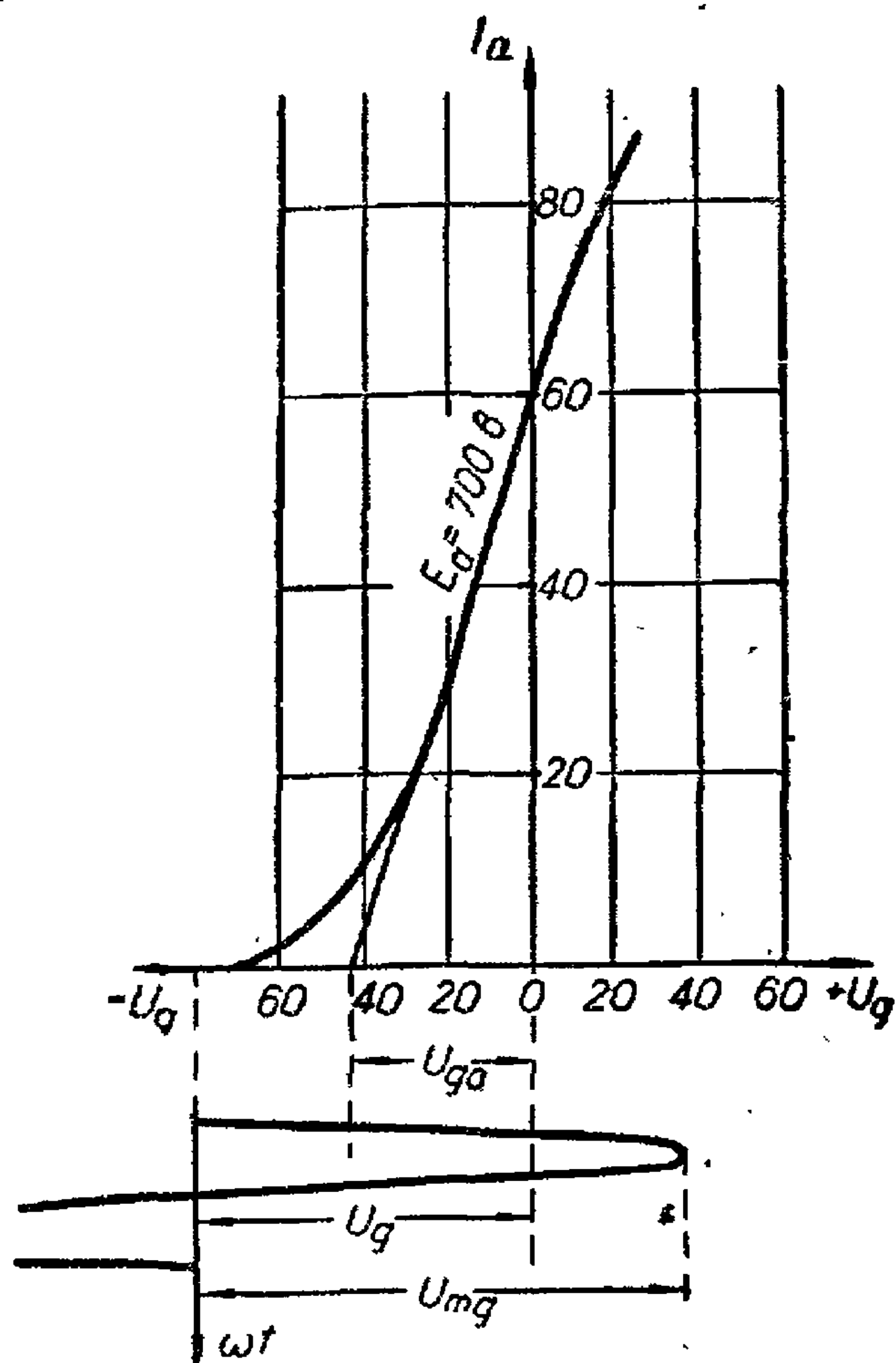


Рис. 226. Идеализированная прямолинейная характеристика лампы.

2. Максимальный импульс анодного тока определяют по формуле:

$$I_{a_{\max}} = \frac{P_k}{0,2E_a} \cdot \quad (14,3)$$

Максимальный импульс анодного тока не должен превышать тока насыщения, т. е. $I_{a_{\max}} < I_s$. Если это условие не выполняется, тогда необходимо выбрать более мощную лампу или включить параллельно две лампы.

3. Коэффициент использования анодного напряжения равняется:

$$\xi \approx 1 - \frac{I_{a_{\max}}}{SE_a} \quad (14,4)$$

4. Поскольку, однако, коэффициент использования анодного напряжения представляет собой отношение амплитуды первой гармоники переменного анодного напряжения к постоянному анодному напряжению, то отсюда амплитуда первой гармоники переменного анодного напряжения будет:

$$U_{m_{a_1}} = \xi E_a \cdot \quad (14,5)$$

5. Амплитуда первой гармоники анодного тока:

$$I_{m_{a_1}} = \frac{2P_k}{U_{m_{a_1}}} \cdot \quad (14,6)$$

6. Коэффициент первой гармоники анодного тока будет:

$$\alpha_1 = \frac{I_{m_{a_1}}}{I_{a_{\max}}} \cdot \quad (14,7)$$

Пользуясь графиком рис. 227, по коэффициенту α определяют угол отсечки θ и коэффициент постоянной составляющей α_0 .

7. Постоянная составляющая анодного тока будет:

$$I_{a_0} = \alpha_0 I_{a_{\max}} \quad (14,8)$$

8. Подводимая мощность будет:

$$P = I_{a_0} E_a \cdot \quad (14,9)$$

9. Коэффициент полезного действия:

$$\eta = \frac{P_k}{P} \quad (14,10)$$

10. Мощность рассеяния на аноде лампы будет:

$$P_a = P - P_k \quad (14,11)$$

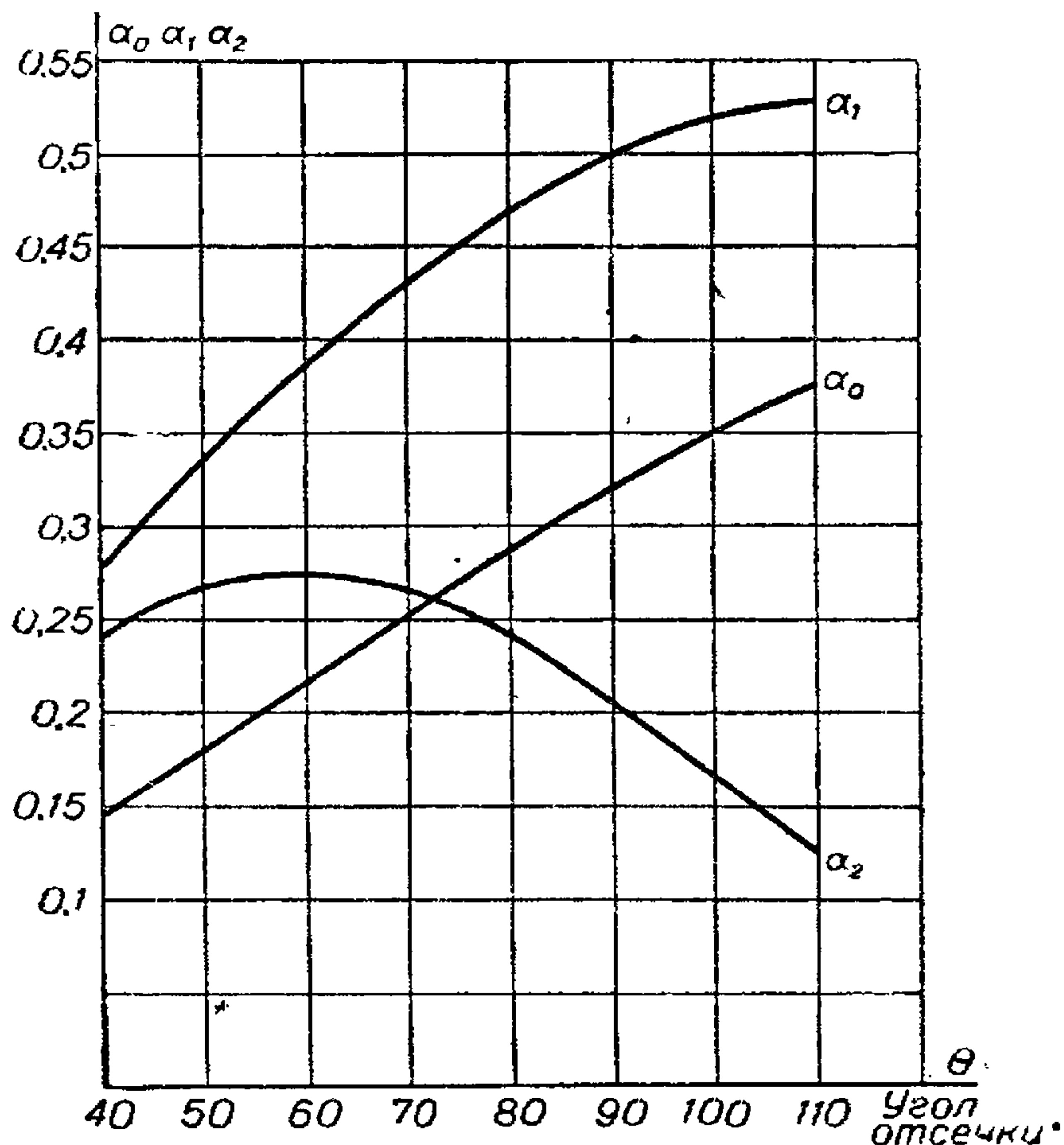


Рис. 227. График для определения α_0 , α_1 и α_2 .

Безаварийность работы лампы по перегреву анода будет обеспечена, если выполняется условие:

$$P_a > P_{a \text{ max}}$$

11. Амплитуда переменного напряжения на сетку лампы должна быть:

$$U_{mg} = \frac{I_{a \text{ max}}}{S(1 - \cos \theta)} + DU_{m\alpha_1} \quad (14,12)$$

12. Смещение на сетку лампы:

$$U_g = U_{g_0} + (U_{mg} - DU_{m\alpha_1}) \cos \theta. \quad (14,13)$$

13. Сопротивление анодного контура:

$$Z_k = \frac{U_{m_{a_1}}}{I_{m_{a_1}}}. \quad (14,14)$$

14. Условие недонапряженного режима будет выполнено, если

$$-U_g + U_{m_g} < E_a - U_{m_{a_1}}.$$

Колебательный контур передатчика

В анодную цепь усилительного каскада передатчика включают колебательный контур, который должен обеспечивать перекрытие заданного диапазона частот и иметь сопротивление, полученное из расчета режима работы усилителя.

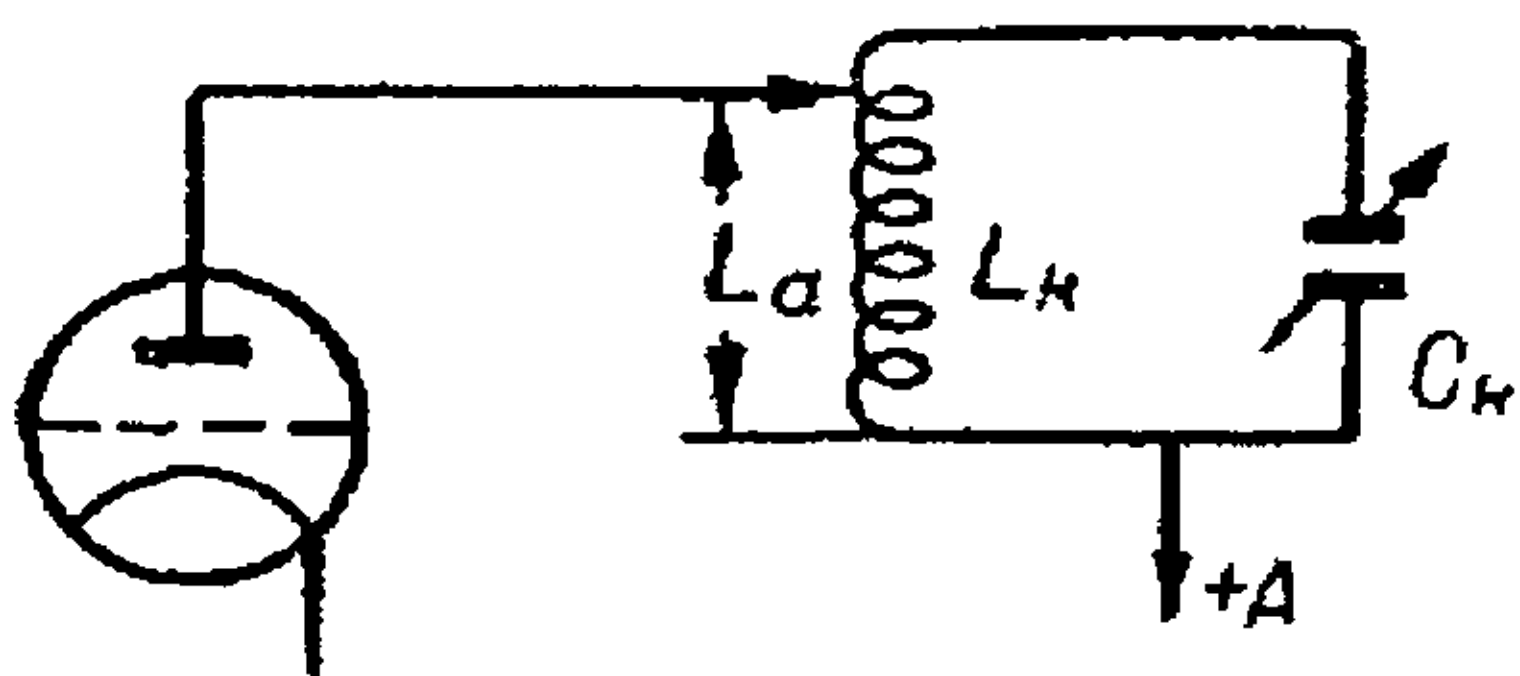


Рис. 228. Схема связи анодного контура с лампой.

Перекрытие заданного диапазона частот достигается правильным выбором величины самоиндукции L катушки и емкости C (см. главу „Колебательный контур“).

Наиболее часто в маломощных передатчиках применяется колебательный контур, показанный на рис. 228. Из рис. 228 видно, что в анодную цепь включается не вся катушка L_k , а только часть ее L_a . Такой контур, включенный в анодную цепь, представляет при резонансе для лампы активную нагрузку, равную:

$$Z_k = \frac{L_k}{C_k R_k} \left(\frac{n_a}{n_k} \right)^2 \cdot 10^6, \quad (14,15)$$

где: L_k — в мкГн; C_k — в мкмкф; Z_k и R_k — в ом; n_a — число витков катушки, включенных в анодную цепь; n_k — число витков всей катушки.

Число витков, включенное в анодную цепь лампы для получения необходимой величины Z_k , будет:

$$n_a = \frac{n_k}{10^3} \sqrt{\frac{Z_k C_k R_k}{L_k}}. \quad (14,16)$$

Сопротивление R_k состоит из собственного активного сопротивления контура — R_L и сопротивления, эквивалентного затрате энергии

на возбуждение следующего каскада или энергии, поданной в антенну. Таким образом:

$$R_k = R_L + R_{\text{внос}} \quad (14,17)$$

Величину $R_{\text{внос}}$ приближенно можно найти из выражений:

$$R_{\text{внос}} = 1,5R_L \quad (14,18)$$

Если контур включен в анодную цепь последнего каскада, т. е. контур связан с антенной, и если контур включен в анодную цепь промежуточного каскада:

$$R_{\text{внос}} = 0,66 R_L \quad (14,19)$$

Рассчитав $R_{\text{внос}}$ и зная R_L , находят величину R_k . Подставив значение R_k в формулу (14,16), находят число витков, где должен быть установлен щипок анода. Более точно положение щипка подбирается при наладке.

Катушки для коротковолновых передатчиков рекомендуется изготовлять из провода или медной трубки (учитывая наличие поверхностного эффекта) диаметром 5—8 мм. Провод или трубку желательно посеребрить.

Потери в цепи сетки

Для определения мощности предыдущего каскада или возбуждателя, а также для расчета данных гридника необходимо предварительно подсчитать мощность P_g , теряемую в цепи сетки.

Ориентировочно мощность потерь в цепи сетки можно подсчитать по формуле:

$$P_g \approx 0,95 U_{m_g} I_g \quad (14,20)$$

где: U_{m_g} — амплитуда переменного напряжения на сетке; I_g — постоянная слагающая сеточного тока; в среднем можно принять $I_g \approx 0,15 I_a$.

Для каскада, работающего с самовозбуждением, I_g можно принять равным $0,2 I_a$.

Гридлик

Гридлик (рис. 218, 219 и 220) создает автоматическое смещение на сетку лампы U_g от постоянной слагающей сеточного тока I_g .

Сопротивление гридника находят по формуле:

$$R_g = \frac{U_g}{I_g} = \frac{U_g}{0,15 I_a} \quad (14,21)$$

Значение U_g берут из расчета каскада, а I_g — в зависимости от режима работы каскада и от I_a .

Емкость конденсатора гридлика может быть подсчитана по формуле:

$$C_g \geq 5500 \frac{\lambda_{\max}}{R_g}, \quad (14,22)$$

где: C_g — в см; λ_{\max} — наибольшая длина волны передатчика (в м),
 R_g — в ом.

Анодный дроссель и разделительный конденсатор

В генераторах, собранных по схеме параллельного питания, важную роль играет анодный дроссель и разделительный конденсатор.

Индуктивность анодного дросселя можно рассчитать по формуле:

$$L_a = 1,5 Z_k \lambda_{\max}, \quad (14,23)$$

где: L_a — в см; λ_{\max} — наибольшая длина волны (в м).

Дроссели должны быть с малой собственной емкостью, что может быть достигнуто применением однослойной намотки с разным количеством витков, приходящихся на единицу длины.

Емкость разделительного конденсатора должна быть:

$$C_a \geq 5 \cdot 10^4 \cdot \frac{\lambda_{\max}}{Z_k}, \quad (14, 24)$$

где C_a — в см.

Удвоение частоты

В задающих генераторах стабильность частоты возрастает с увеличением длины волны. Если же задающий генератор стабилизирован кварцем, то применять кварцевую стабилизацию на нижнем пределе коротковолнового диапазона (10 — 25 м) затруднительно вследствие малой толщины, а следовательно, и хрупкости кварцевых пластин для этих волн.

Поэтому применяется метод работы задающего каскада (возбудителя) на длине волны, вдвое большей, чем рабочая длина волны, с последующим удвоением частоты (т. е. уменьшением длины волны вдвое).

Роль удвоения частоты выполняют каскады удвоения частоты, или удвоители. Особенностью режима работы каскада удвоения частоты является значительно большее напряжение смещения на сетку и работа с углом отсечки 60 — 75°.

Благодаря такому режиму импульс анодного тока в удвоителе имеет форму, которая содержит вторую гармонику значительной амплитуды. Колебательный контур в анодной цепи удвоителя настраивается в резонанс с частотой второй гармоники.

При расчете каскада удвоения частоты стремятся «выжать» возможно больше колебательной мощности в контуре удвоителя, а обеспечение высокого к.п.д. в этом случае играет второстепенную роль.

Двухтактная схема

Двухтактная схема (рис. 229) в технике коротких волн имеет весьма широкое применение. Междуэлектродные емкости при этой схеме включены последовательно и вследствие уменьшения общей емкости уменьшается и влияние междуэлектродной емкости ламп на работу схемы передатчика.

В двухтактной схеме переменные напряжения на аноде равны, но сдвинуты по фазе на 180° . То же самое относится и к переменному напряжению на сетках ламп.

При двухтактной схеме, если задана колебательная мощность, расчет можно вести на половину мощности для одной лампы, после чего удвоить амплитуду переменного анодного напряжения, напряжение возбуждения (раскачку) и сопротивление контура Z_k .

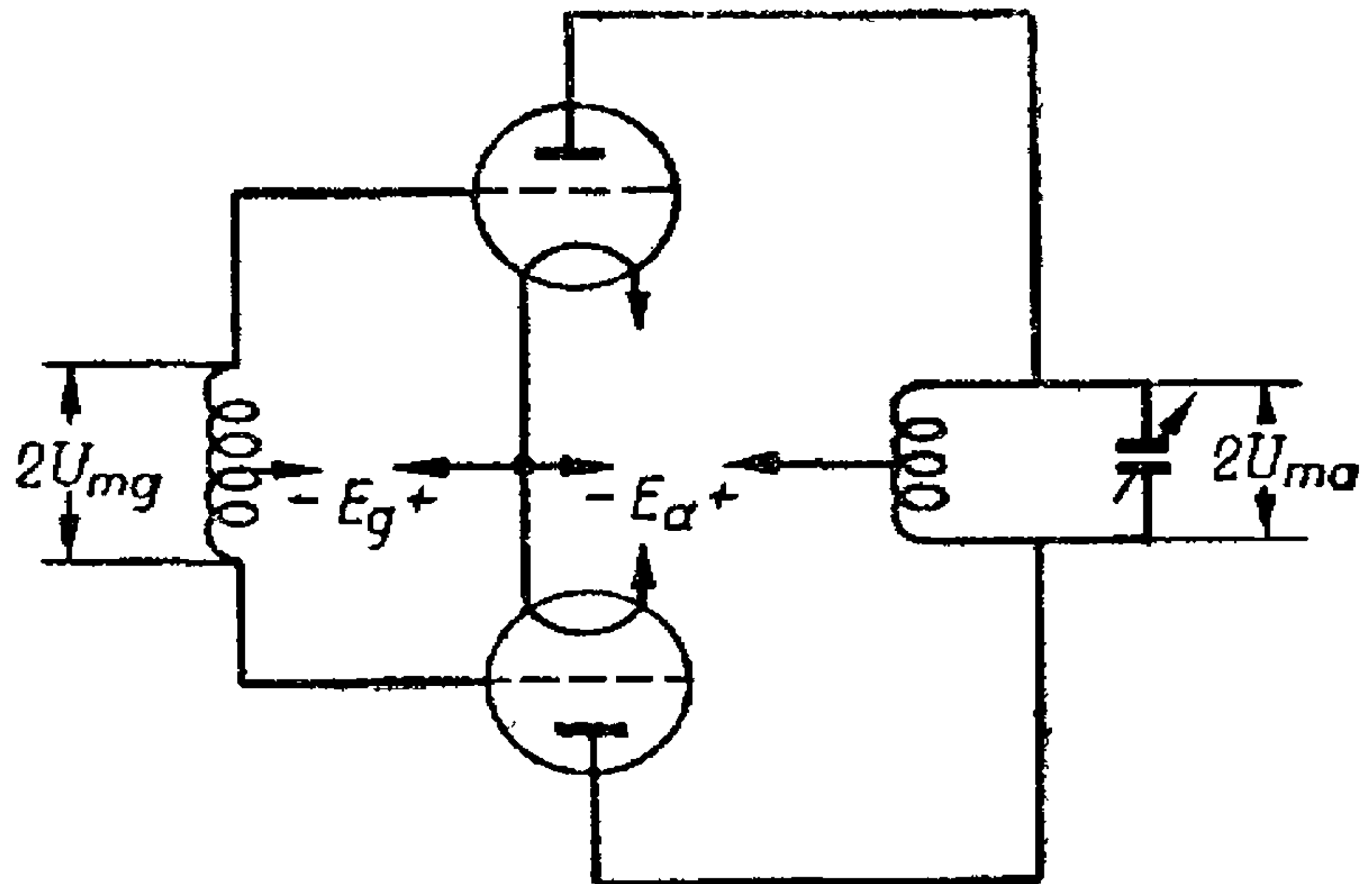


Рис. 229. Принципиальная схема двухтактного каскада.

На рис. 230 приведена схема каскада с самовозбуждением по двухтактной схеме.

Расчет задающего каскада

Колебательную мощность задающего генератора P_k определяют по формуле:

$$P_k \approx 5P_g, \quad (14,25)$$

где: P_g — мощность потерь цепи сетки последующего (после задающего) каскада.

При трехточечной схеме число витков сеточной части катушки рассчитывают по формуле:

$$n_g = n_a \frac{U_{mg}}{U_{ma}}, \quad (14,26)$$

где: n_a — полное число витков катушки контура; U_{mg} — переменное напряжение на сетке лампы задающего генератора; U_{m_a} — амплитуда переменного анодного напряжения лампы задающего генератора.

Устойчивый режим самовозбуждения получают, подбирая его при наладке положением шипков на контурной катушке.

Стабилизация частоты при помощи кварца

Во время эксплуатации передатчик, и в первую очередь его задающий каскад, подвергается различным влияниям, приводящим к изменению его частоты.

Главными факторами, влияющими на изменение частоты, являются: изменение напряжения источников питания, приводящее к изменению внутренних емкостей лампы и ее параметров, изменение температуры деталей, приводящее к изменению их размеров, и др.

Для устранения или ослабления указанных влияний применяют различные меры стабилизации частоты. Наиболее радикальной является кварцевая стабилизация.

Кварц — это минерал естественного происхождения. Кварцевая пластина, определенным образом вырезанная из кристалла, помещается в кварцедержатель. Такая пластина обладает определенной частотой колебаний, зависящей от ее размеров. Для пластины, совершающей колебания по толщине, частота собственных колебаний ориентировочно равна

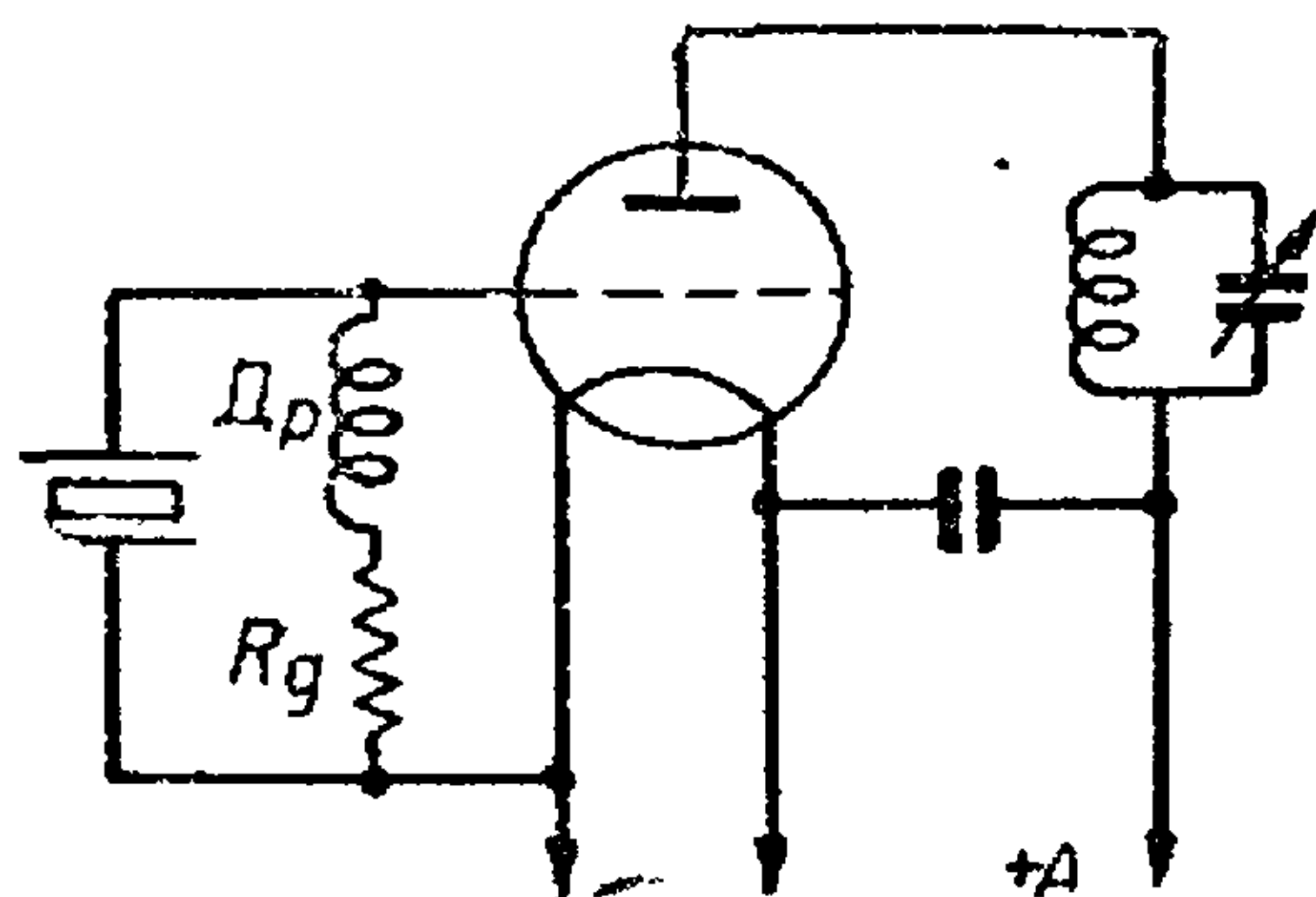


Рис. 231. Схема возбуждения с кварцевой стабилизацией.

$$f \approx \frac{2,84}{l},$$

где: l — толщина кварцевой пластины (в мм); f — частота (в мГц).

Одна из распространенных схем включения кварца приведена на рис. 231. В этой схеме кварц включен между сеткой и катодом и играет роль колебательного контура. Через междуэлектродную емкость анод—сетка лампы осуществляется обратная связь от анодной цепи на сеточную цепь. Величину и характер анодной нагрузки подбирают, изменяя емкость конденсатора колебательного контура. Возникновение генерации на частоте кварца определяют по спаданию постоянной составляющей анодного тока.

Включение телеграфного ключа

Радиотелеграфная работа передатчика осуществляется при помощи ключа Морзе путем посылки серий незатухающих колебаний разной длительности (манипуляции) в соответствии с азбукой Морзе.

Для передатчиков очень малой мощности (когда анодное напряжение не превышает 100 — 150 в) ключ Морзе можно включать в цепь постоянной составляющей анодного тока. Однако в этом случае металлические части ключа Морзе находятся под высоким напряжением.

Поэтому при анодных напряжениях, превышающих 150 — 200 в, включение ключа в анодную цепь небезопасно для оператора.

Широко распространена схема включения ключа таким образом, что при разрыве рабочих контактов ключа на сетку лампы подается дополнительное отрицательное смещение (рис. 232). Из рисунка видно, что при нажатом ключе смещение на сетку лампы снимается только с участка сопротивления r_1 потенциометра. При разомкнутом же ключе смещение берется от всей батареи E_g и лампа полностью „запирается“.

В многокаскадных передатчиках манипуляция производится в усилительном, а не в задающем каскаде.

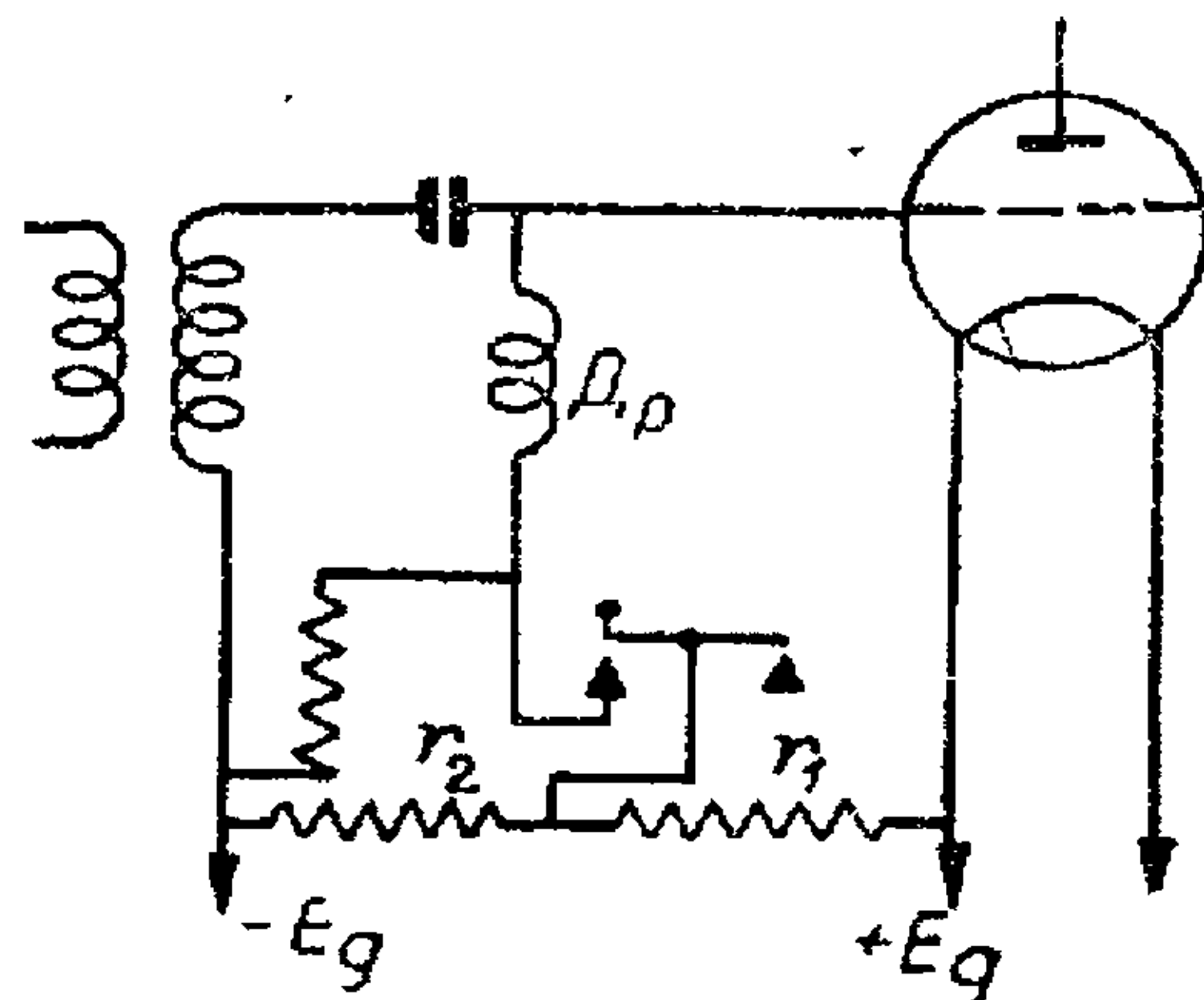


Рис. 232. Схема включения телеграфного ключа.

Применение экранированных ламп в передатчике

При применении в каскадах передатчика экранированных ламп нормальным (не перенапряженным) режимом считается такой режим работы каскада, когда минимальное напряжение на аноде лампы, равное $E_a - U_{m_{a_1}}$, больше напряжения экранной сетки на 25 — 40%.

Такое преобладание минимального напряжения на аноде над напряжением на экранной сетке гарантирует от возникновения динаatronного эффекта. Расчет каскада с экранированной лампой подобен описанному выше.

1. По формулам (14,1) и (14,2) подбирают лампу по заданной колебательной мощности, току эмиссии и рассеянию на аноде.

2. Определяют амплитуду переменного напряжения на аноде:

$$U_{m_{a_1}} = E_a - 1,3 U_g. \quad (14,27)$$

3. По формуле (14,6) находят амплитуду первой гармоники анодного тока.

4. Задаются углом отсечки в 70 — 90° и по рис. 227 находят коэффициенты α_0 и α_1 .

5. Определяют максимальный импульс анодного тока:

$$I_{a_{\max}} = \frac{I_{m_{a_1}}}{\alpha_1}. \quad (14,28)$$

6. По формулам (14,8), (14,9), (14,10) и (14,11) находят постоянную составляющую анодного тока, подводимую мощность, к.п.д. и мощность рассеяния на аноде.

7. Амплитуда переменного напряжения на сетке будет:

$$U_{m_g} = \frac{I_{a_{\max}}}{S(1 - \cos\theta)}. \quad (14,29)$$

8. Напряжение смещения

$$U_g = U_{g_0} + U_{m_g} \cos\theta. \quad (14,30)$$

9. Сопротивление контура находят по формуле (14,14).

ГЕНЕРАТОРЫ УЛЬТРАКОРОТКИХ ВОЛН

Схемы ультракоротковолновых передатчиков представляют собой дальнейшее развитие коротковолновых схем. По конструктивному оформлению ультракоротковолновые схемы проще и компактнее коротковолновых. Часто ультракоротковолновые установки применяют в передвижках, если необходимая дальность действия лежит в пределах прямой видимости.

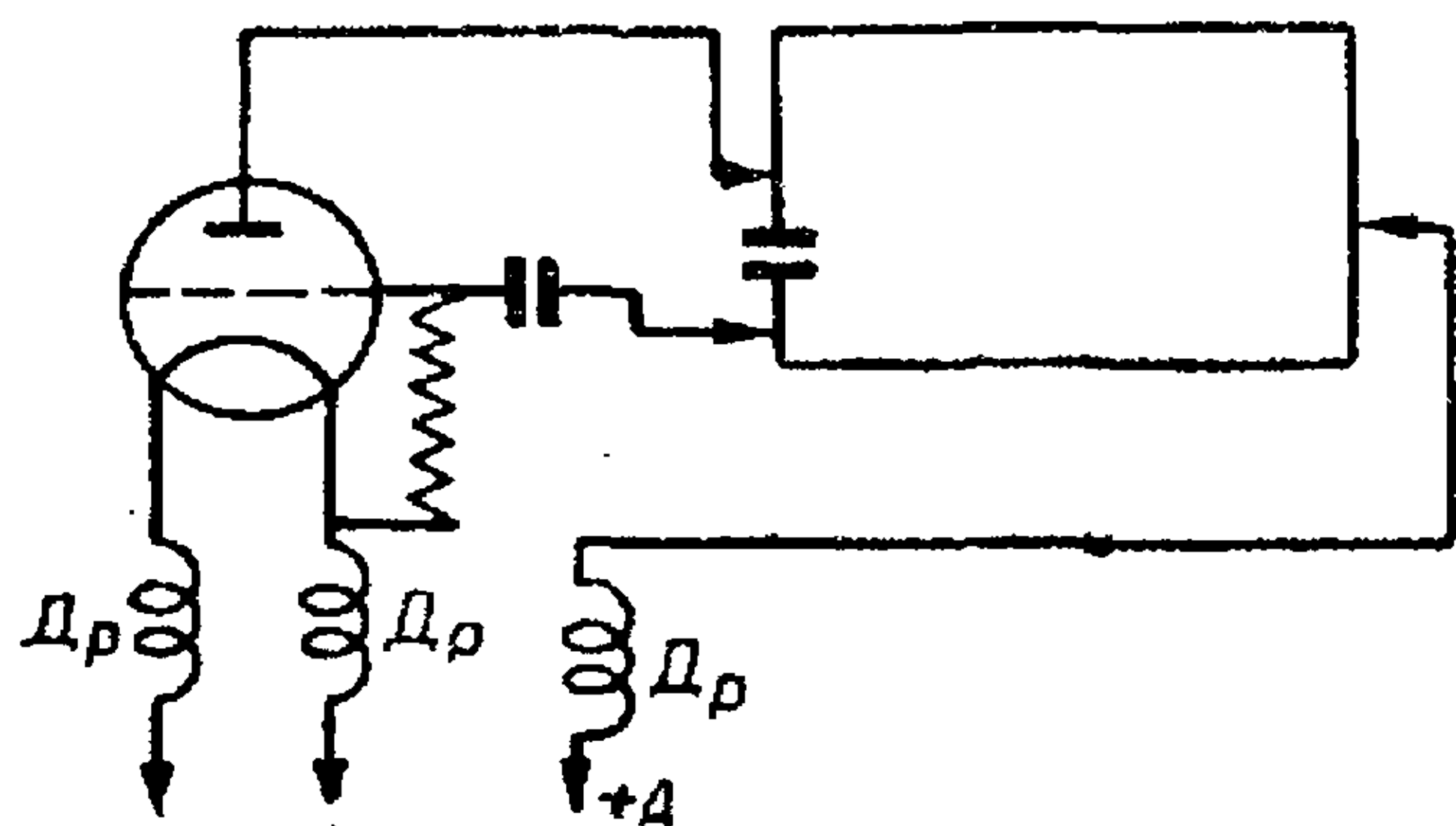


Рис. 233. Трехточечная схема ультракоротковолнового передатчика.

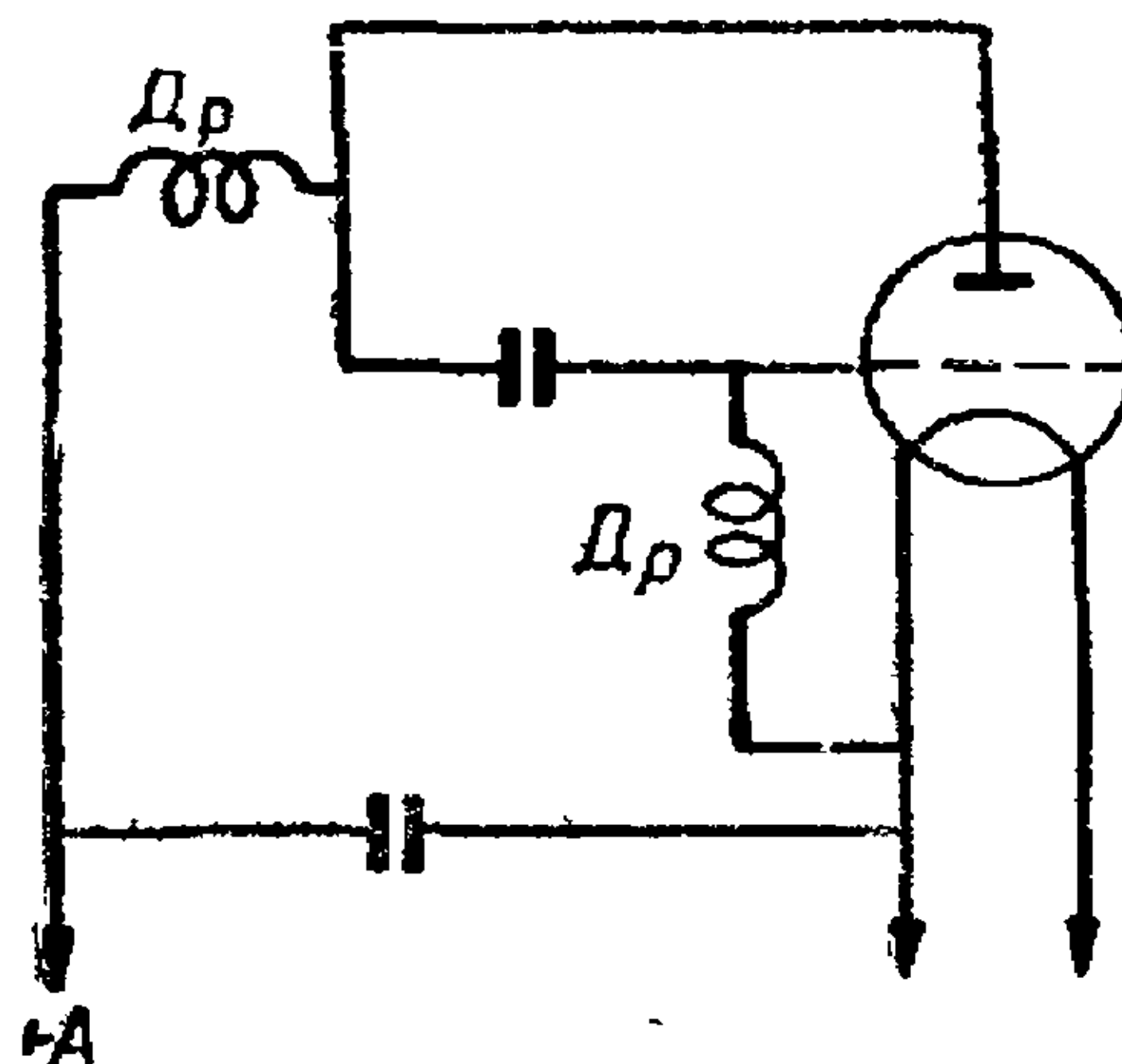


Рис. 234. Схема Эзау.

Для волн 4—10 м колебательные контуры представляют собой катушку из трех-четырех витков проволоки и конденсатора переменной емкости из двух-трех пластин. Для более коротких волн применяют саминдукцию в виде одного витка или дуги из толстой медной проволоки. Емкостью же колебательных контуров служит междуэлектродная емкость.

На рис. 233 приведена трехточечная схема ультракоротковолнового передатчика.

При укорочении длины волны конденсатор контура не ставят, так как достаточно междуэлектродной емкости. Цепи питания дросселированы.

В схеме (рис. 234) колебательный контур состоит из самоиндукции дуги, проводника, подходящего к аноду, и междуэлектродной емкости лампы. Дроссель D_p служит для пропускания постоянной составляющей тока сетки и преграждает путь переменной составляющей.

На рис. 235 приведена схема с индуктивной связью. В этой схеме в качестве емкости колебательного контура использована междуэлектродная емкость лампы.

Двухтактная симметричная генераторная схема приведена на рис. 236.

Следует отметить, что в схемах маломощных ультракоротковолновых передатчиков (до $\lambda \approx 2 \div 3$ м) можно использовать не только специальные лампы для ультракоротких волн, но и обычные приемно-усилительные лампы.

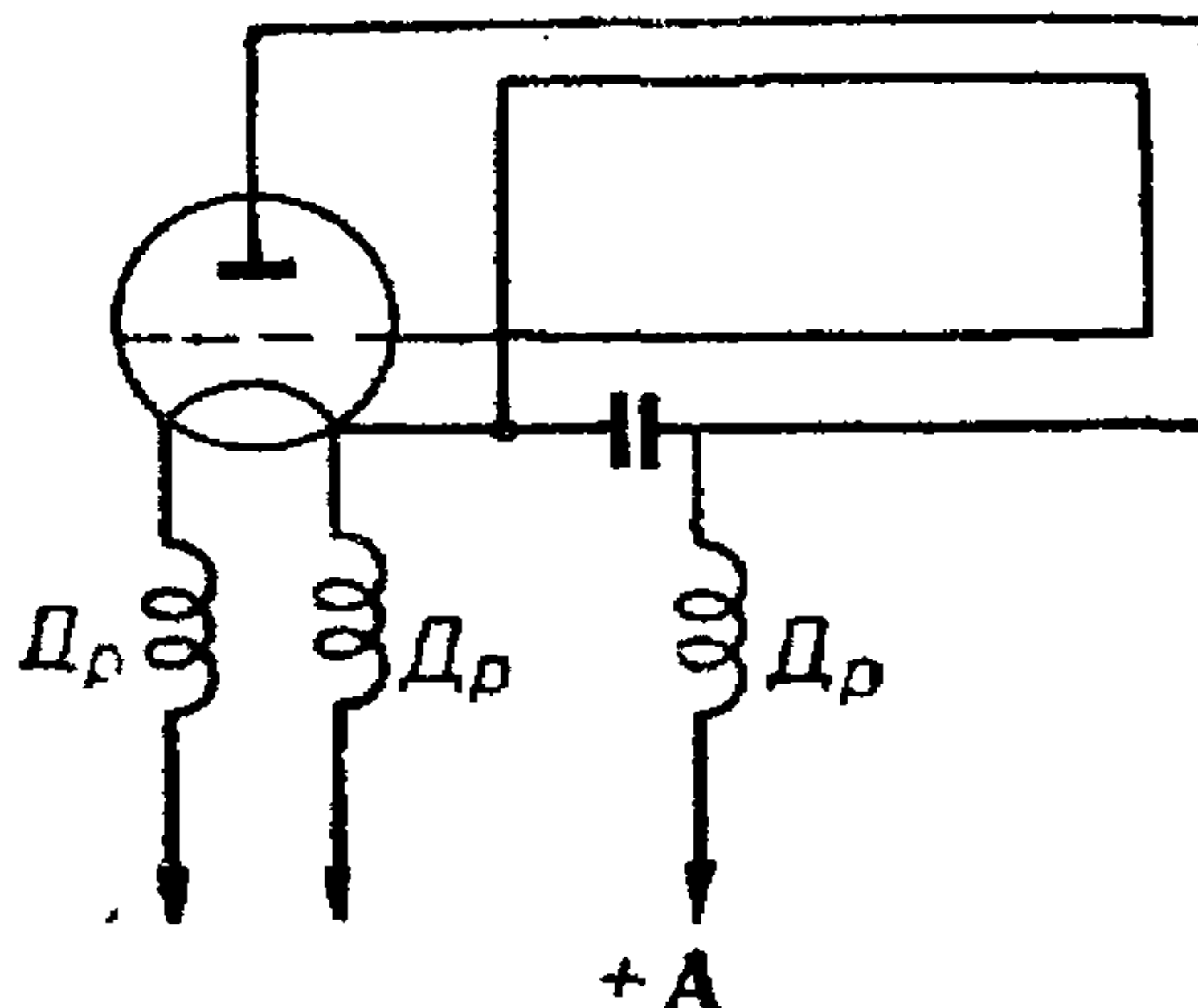


Рис. 235. Схема ультракоротковолнового генератора с индуктивной связью.

РАДИОТЕЛЕФОНИЯ

При помощи обычного лампового генератора получают незатухающие колебания с постоянной во времени амплитудой.

При микрофонной передаче (радиотелефонии) или при тональной радиотелеграфной передаче амплитуда колебаний генератора меняется во времени с частотой передаваемого звука. Этот процесс называется модуляцией, а колебания генератора будут модулированными.

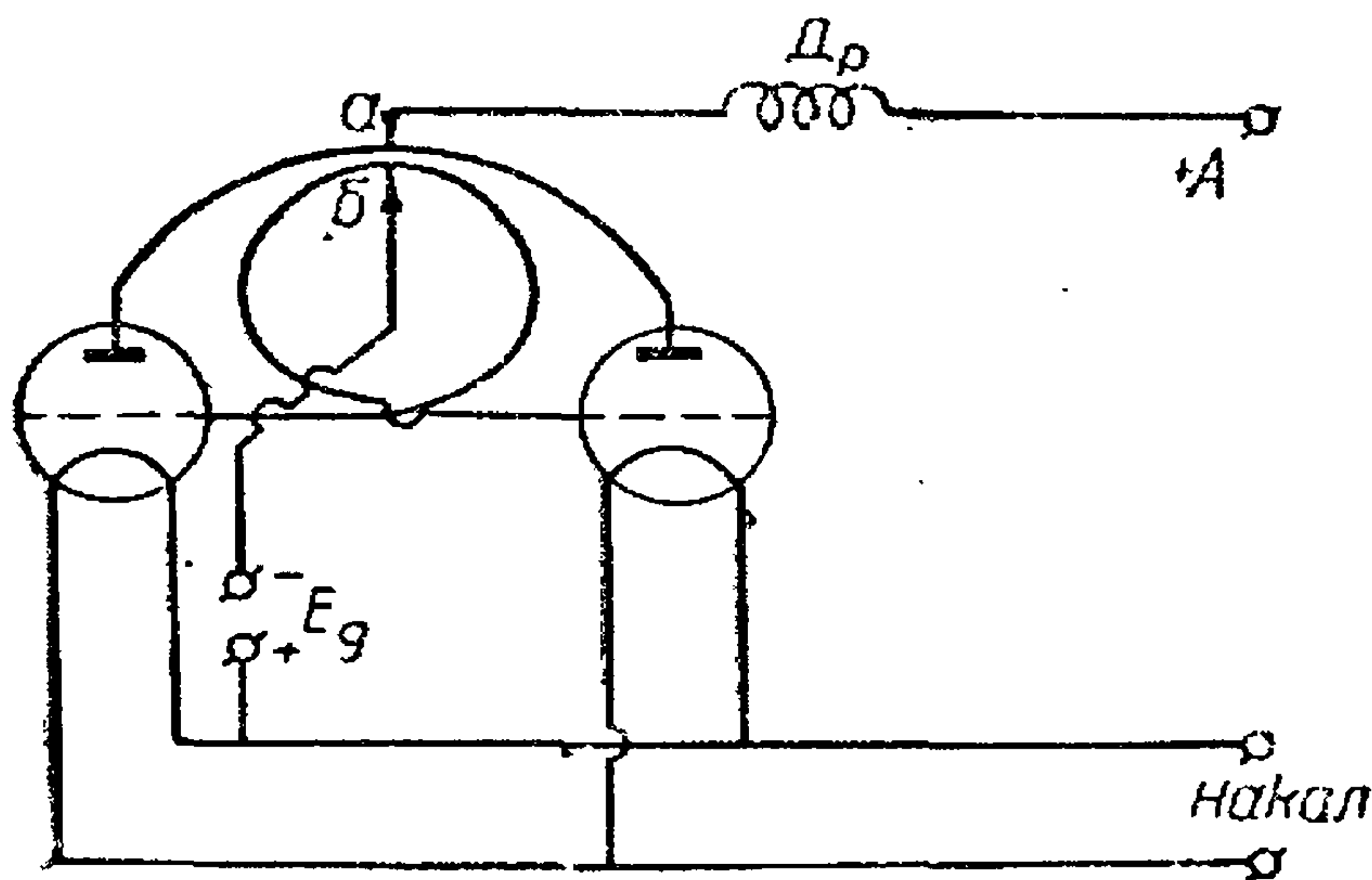


Рис. 236. Двухтактная генераторная схема для ультракоротких волн.

Отношение амплитуды изменений колебательного тока при модуляции к амплитуде колебаний без модуляции называется коэффициентом модуляции. Коэффициент модуляции обычно выражается в процентах. При прочих равных условиях дальность действия телефонного передатчика будет тем больше, чем глубже коэффициент модуляции.

Для получения в передатчике модулированных колебаний необходимо тем или иным способом воздействовать на сеточную или анодную цепь генератора.

При сеточной модуляции (рис. 237) на сетку генераторной лампы налагаются колебания низкой частоты. Вследствие этого генерируемая мощность будет модулирована по этой низкой частоте.

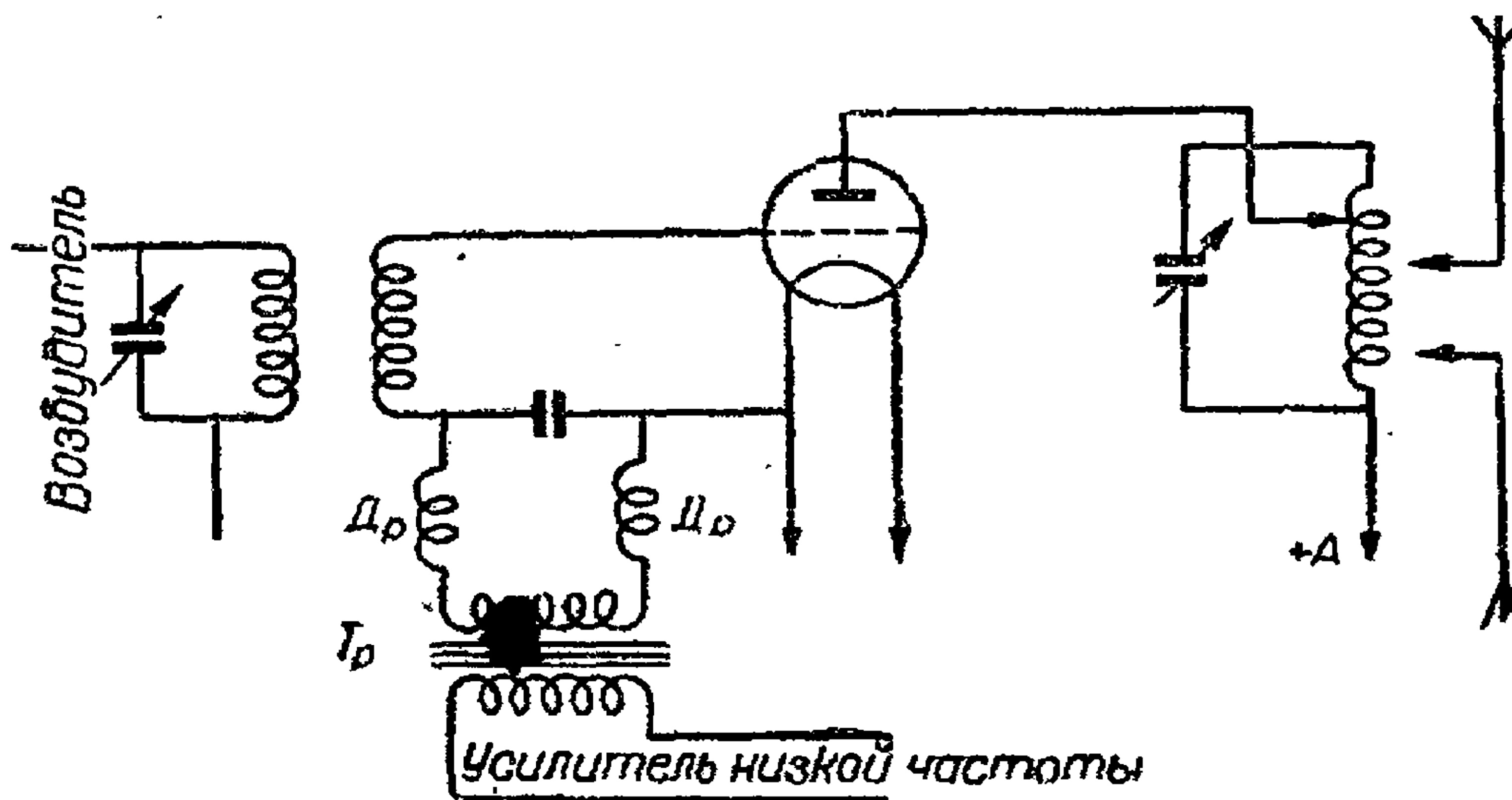


Рис. 237. Схема модуляции на сетку.

Под влиянием напряжения низкой частоты, подводимого от усилителя низкой частоты, во вторичной обмотке трансформатора T_r будет индуцироваться напряжение низкой частоты, которое через дроссели подается на сетку генераторной лампы. Дроссели преграждают токам высокой частоты путь к трансформатору T_r . При изменении амплитуды низкой частоты сетка лампы получает смещение, перемещающее рабочую точку на характеристике лампы. Вследствие этого изменяется амплитуда генерируемых колебаний по низкой частоте.

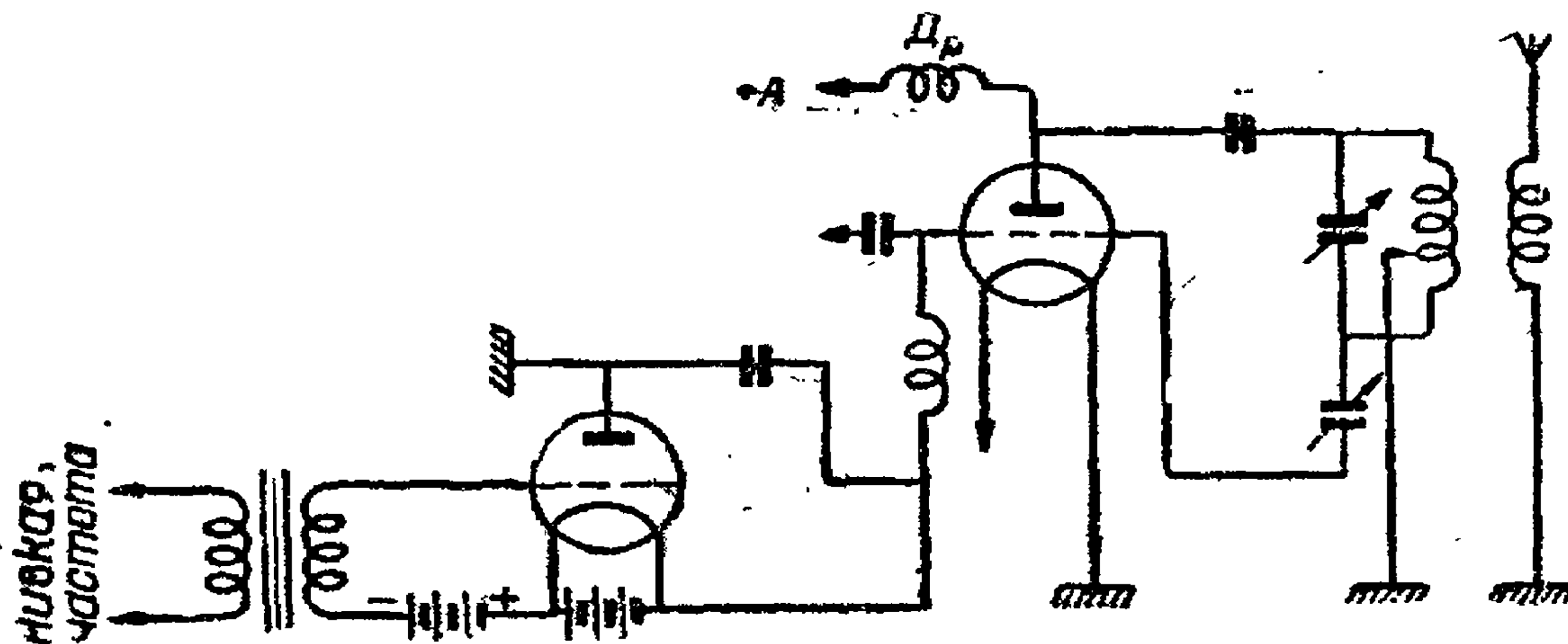


Рис. 238. Схема модуляции гридликом.

На рис. 238 приведена схема модуляции при помощи гридлика. В этой схеме смещающее напряжение устанавливается и регулируется гридликом, состоящим из сопротивления гридликовой лампы и емкости (около 200 мккф).

При изменении подаваемого напряжения на сетку гридливой лампы меняется ее внутреннее сопротивление. Вследствие этого меняется величина смещающего напряжения на сетке генераторной лампы. Для схемы модуляции «на гридлик» необходимо иметь отдельный хорошо изолированный источник тока для накала модуляторной лампы.

Кроме модуляции на сетку, широко применяется метод модуляции на анод. Сущность анодной модуляции заключается в изменении анодного напряжения генераторной лампы с частотой модуляции. Схема

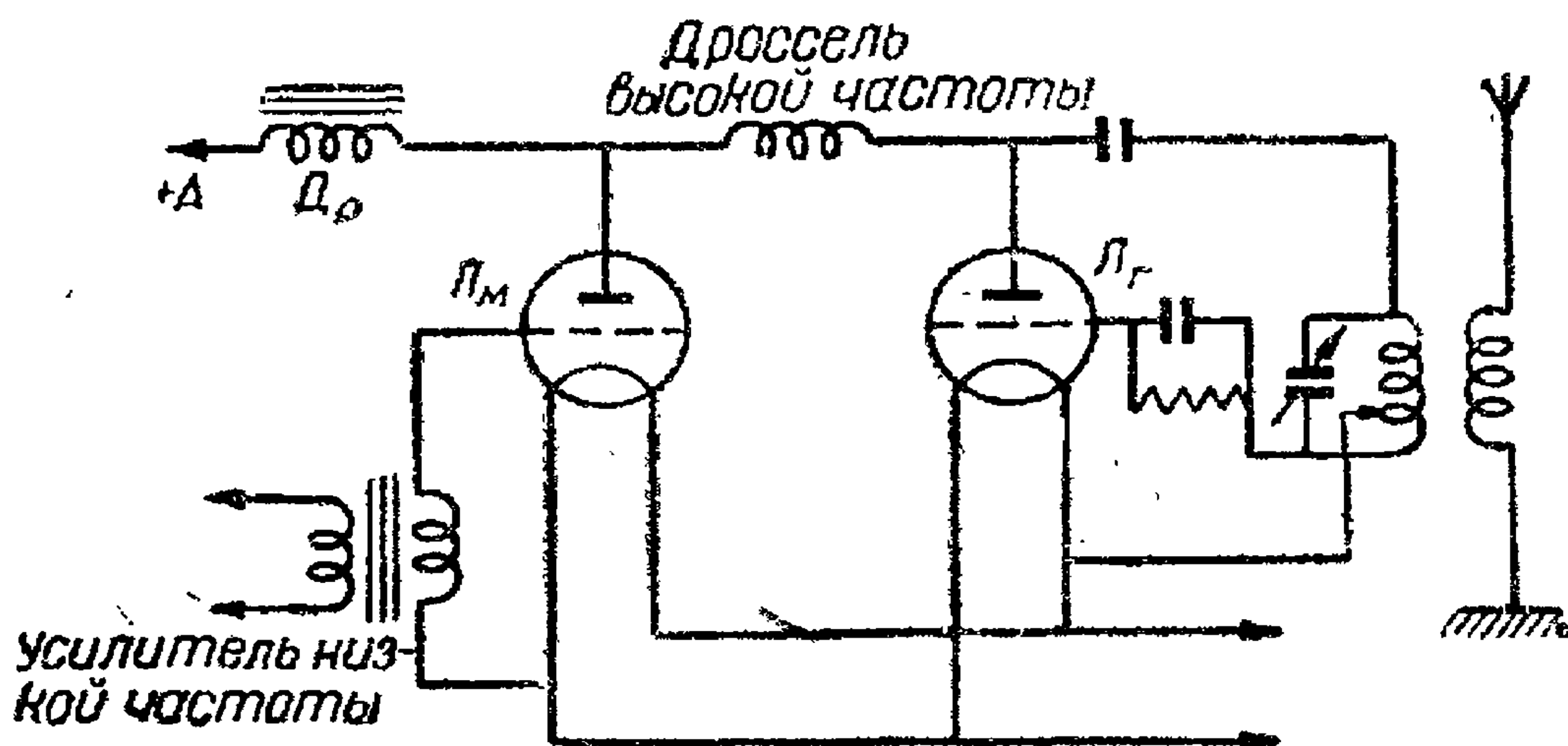


Рис. 239. Схема анодной модуляции с параллельным включением модуляторной лампы.

модуляции на анод применяется в двух вариантах: схема параллельного и схема последовательного включения модуляторной лампы. На рис. 239 приведена схема параллельного включения модуляторной лампы.

На сетку модуляторной лампы L_M подается переменное напряжение низкой частоты, вследствие чего изменяется анодный ток этой лампы. Это вызывает на концах модуляционного дросселя Dp переменное напряжение низкой частоты, накладываемое на постоянное анодное напряжение, подводимое к генераторной лампе L_r . Вследствие этого колебания генератора будут модулированы по низкой частоте.

Схема последовательного включения модуляторной лампы приведена на рис. 240. При этой схеме лампа L_M выполняет роль модуляционного дросселя предыдущей схемы.

Переменное напряжение на сетке модуляторной лампы изменяет ее анодный ток и внутреннее сопротивление. Вследствие этого будет изменяться падение напряжения на лампе, что в свою очередь будет изменять напряжение на аноде генераторной лампы.

При схеме анодной модуляции модуляторные лампы по мощности равны мощности лампы генератора. При схеме последовательного включения модуляторной лампы источник анодного напряжения должен иметь вдвое большую величину напряжения, чем при параллельном включении модуляторной лампы.

В заключение заметим, что мощность индивидуальных радилюбительских передатчиков обычно невелика — 20 — 25 вт. Такую мощность можно получить, если в последнем (мощном) каскаде передат-

чика использовать лампы типа Г-411 или Г-412. Такую же мощность можно получить также и в том случае, если в мощном каскаде передатчика использовать лучевой тетрод типа 6Л6 или 6П3. Однако в этом случае режим каскада придется несколько форсировать, увеличивая напряжение на аноде до 400—450 в.

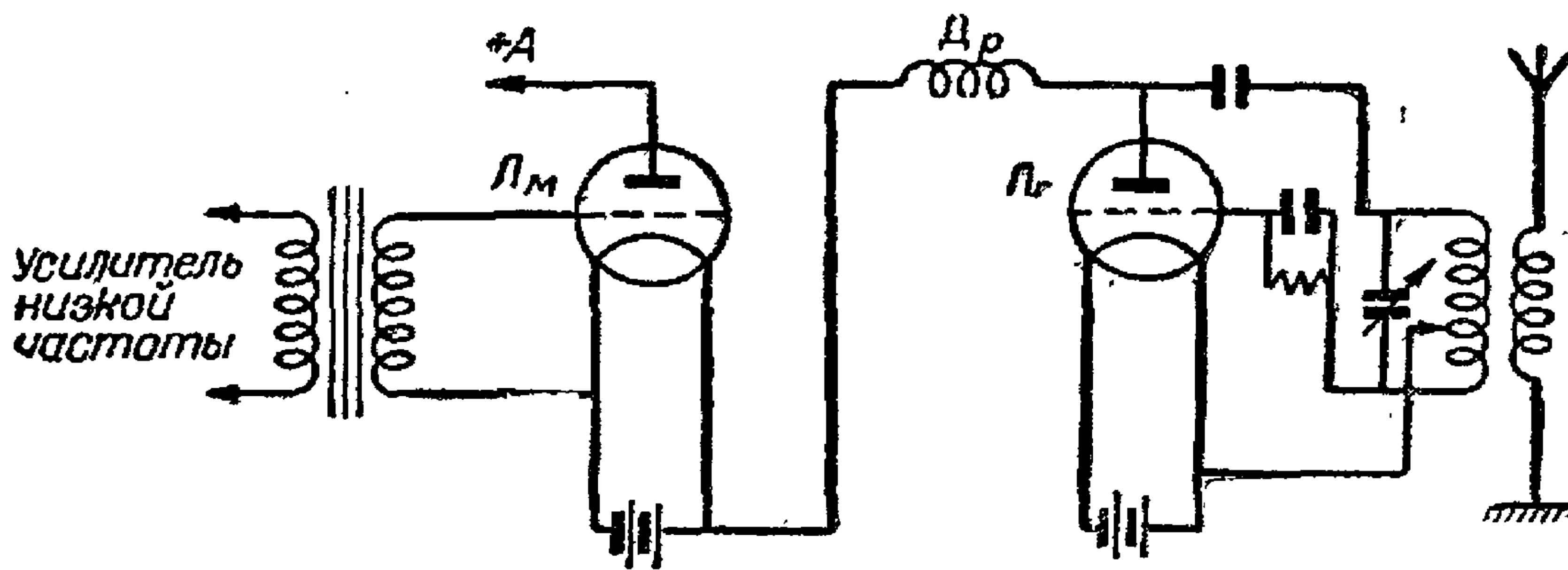


Рис. 240. Схема анодной модуляции с последовательным включением модуляторной лампы.

Современный радиолюбительский передатчик состоит из двух или большего числа каскадов. Первый каскад — возбуждатель (задающий генератор), следующие каскады являются усилителями мощности и иногда одновременно умножителями частоты.

Задающий каскад можно собрать на лампе 6К7 или же на триоде 6Ф5 или 6С5. В предоконечном (драйверном) каскаде для передатчиков указанной выше мощности можно применить лампу типа 6Ф6. Если же передатчик должен быть большей мощности, например 50—75 вт, то окончательный каскад можно собрать на лампах ГКЭ-100.

Следует иметь в виду, что при маломощных любительских передатчиках вопрос к.п.д. играет второстепенную роль. В этих случаях, на первое место выдвигается вопрос получения максимальной колебательной мощности генератора при данных конкретных условиях, что в некоторых случаях достигается форсированием режима работы ламп.

ПРИЕМНЫЕ И ПЕРЕДАЮЩИЕ АНТЕННЫ

ПРИЕМНЫЕ АНТЕННЫ

Антенны используются как в радиоприемных, так и в радиопередающих устройствах.

Приемные антенны служат для извлечения энергии из радиоволн и превращения ее в токи высокой частоты. Передающие антенны служат для излучения энергии в пространство.

В отличие от замкнутого колебательного контура, в котором индуктивность сосредоточена в катушке контура, а емкость в конденсаторе, антенна представляет собой открытый колебательный контур с распределенной по всей длине провода самоиндукцией и емкостью.

Самоиндукция и емкость антенны могут быть определены, если известна общая длина антенны.

Для однопроводной (однолучевой) антенны, наиболее часто применяемой в радиолюбительской практике, каждый метр длины провода антенны имеет статическую емкость 5—6 $\mu\text{ккф}$ и индуктивность около 2 $\mu\text{кгн}$.

Пример. Однолучевая антенна имеет общую длину 50 м. Определить собственную емкость C_A и собственную самоиндукцию L_A антенны.

Решение.

$$C_A = 5,5 \cdot 50 = 275 \text{ мккф};$$

$$L_A = 2 \cdot 50 = 100 \text{ мкгн}.$$

Обладая собственной емкостью и собственной самоиндукцией, антенна имеет и свою собственную длину волны.

Собственная длина волны для заземленной антенны примерно в 5—6 раз больше длины провода антенны. Для незаземленной антенны собственная длина волны в 2—3 раза больше длины провода, в зависимости от расстояния от земли: при близком расстоянии к земле или заземленным предметам — в 2,5—3 раза; при далеком расстоянии — в два раза.

Так как антенна представляет собой открытый колебательный контур, обладающий избирательностью, то лучше всего будут приниматься волны, равные собственной длине волны антенны, и волны, соответствующие гармоникам антенны, т. е. волны в целое число раз меньше, чем собственная длина волны антенны. Например, антенна с собствен-

ной длиной волны 200 м будет, кроме этой волны, хорошо принимать также волны в 100, 50, 25 м и т. д. Поэтому настраивают антенну на нужную волну с помощью дополнительной самоиндукции и емкостей.

Для приема волн, более длинных, чем собственная волна антенны, применяют схему «длинных волн». Для этого параллельно антенной катушке L включают конденсатор C , емкость которого прибавляется

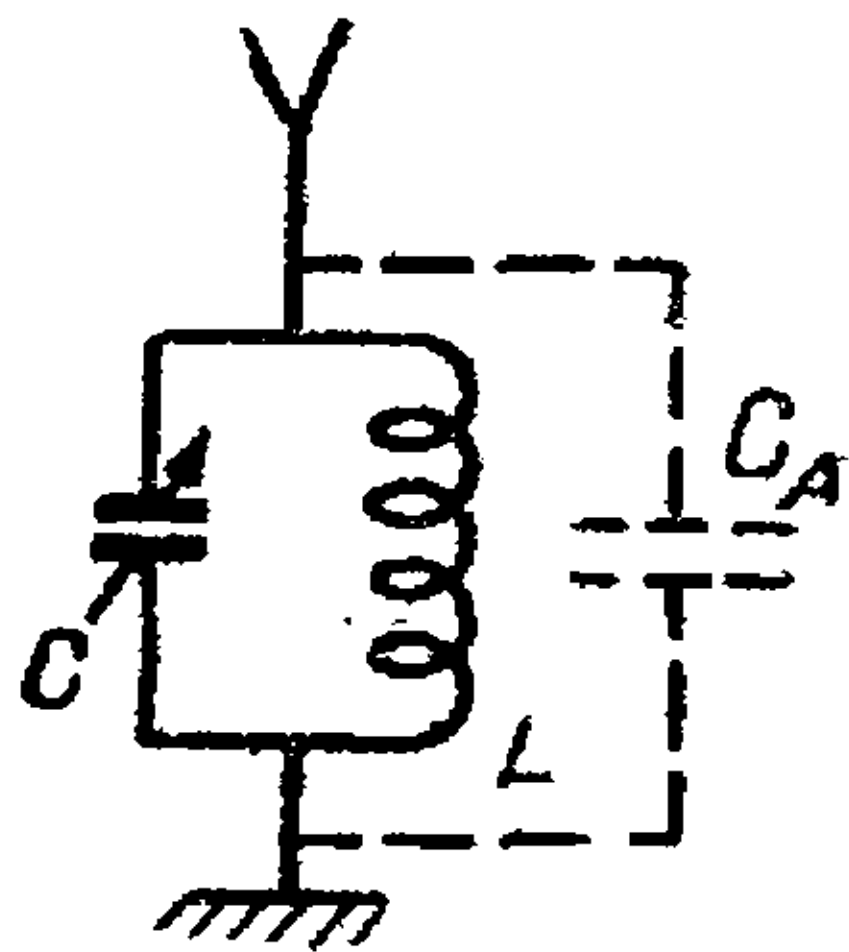


Рис. 241. Схема «длинных волн».

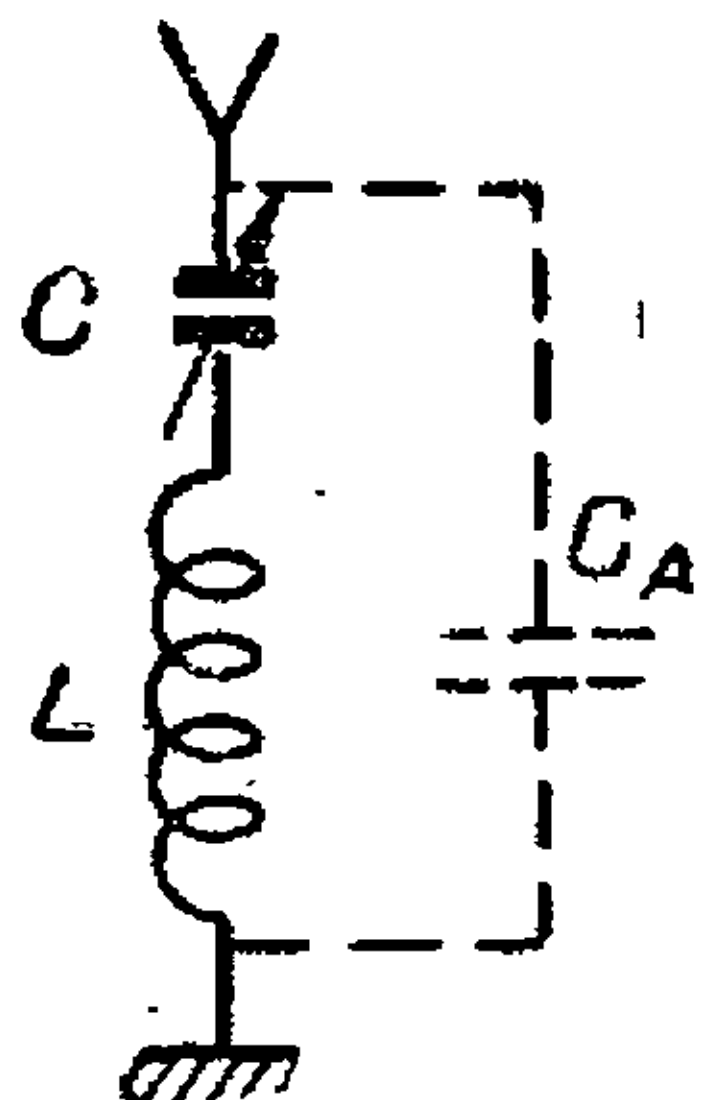


Рис. 242. Схема «коротких волн».

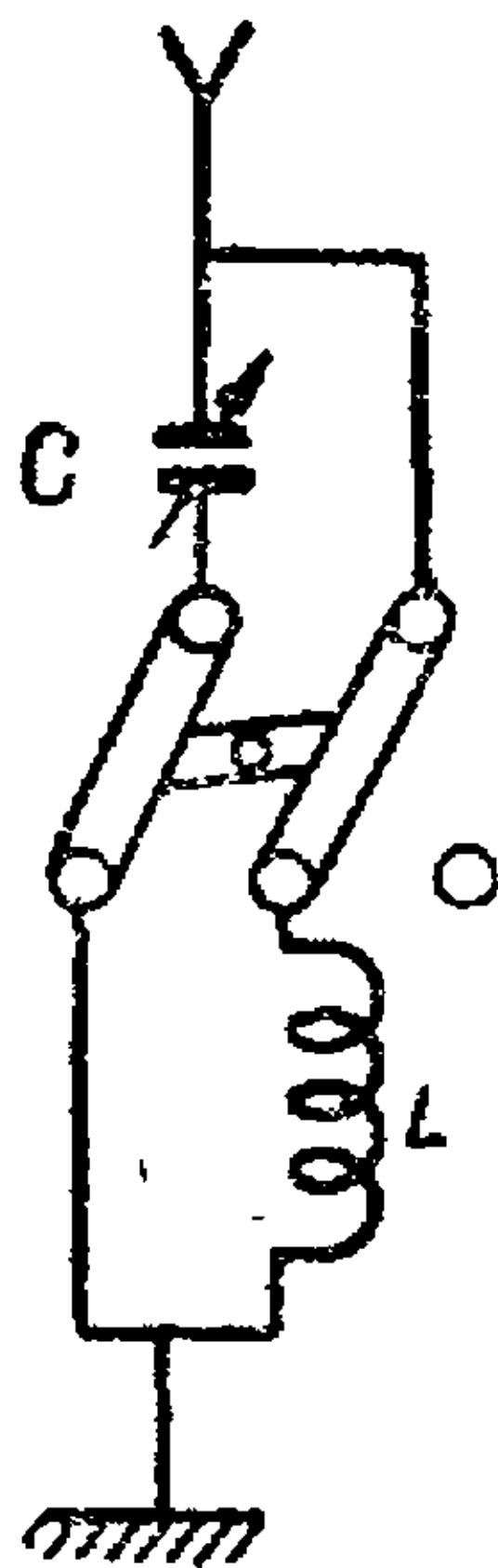


Рис. 243. Схема переключения на длинные или короткие волны.

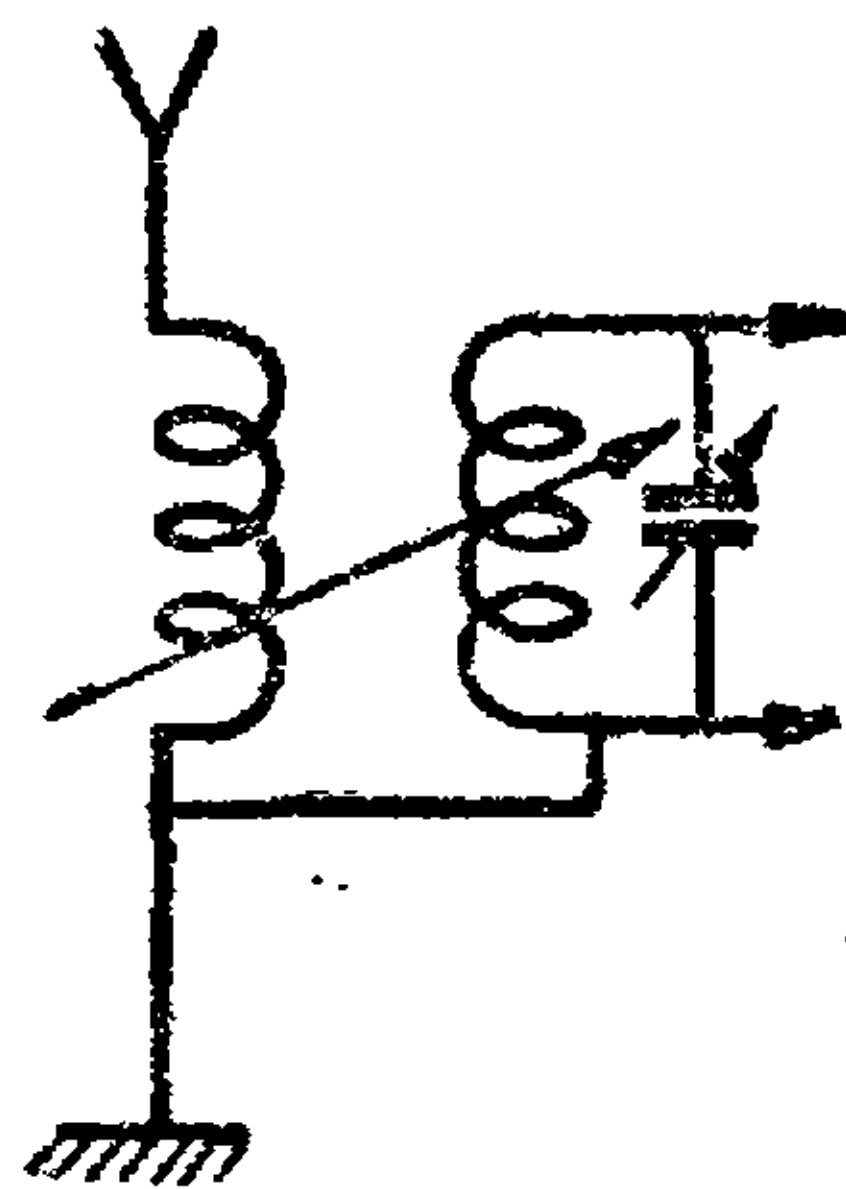


Рис. 244. Индуктивная связь с антенной.

к емкости самой антенны, что удлиняет волну (рис. 241). Для плавной настройки применяют конденсатор переменной емкости.

Для приема волн, короче собственной длины волны антенны, применяют схему «коротких волн», в которой конденсатор C включают последовательно с антенной катушкой L (рис. 242).

Так как емкость C получается последовательно включенной с емкостью антенны C_A , то общая емкость уменьшается и волна антенного контура укорачивается.

Преимущества настроенной антенны особенно полезно использовать при приеме на детекторный приемник, так как в этом случае телефонные трубки для своей работы черпают энергию только из антенны.

Для быстрого перехода со схемы «длинных волн» на схему «коротких волн» в радиоприемниках (чаще всего детекторных) применяют переключатель (рис. 243).

Связь антенны с приемником бывает индуктивная (рис. 244), автотрансформаторная (рис. 245), емкостная (рис. 246) и индуктивно-емкостная (рис. 247).

Радиовещательные радиоприемники рассчитывают на некоторую среднюю, так называемую стандартную, антенну. Под стандартной антенной понимают наружную однолучевую антенну с действующей высотой 4 м, имеющую в диапазоне частот 540—1600 кгц сопротивление такое же, как и последовательный контур из индуктивности 20 мкгн,

емкости 200 мкмкф и сопротивления 20 ом. Основная частота стандартной антенны—около 2500 кГц.

Действующая высота антенны всегда меньше геометрической ее высоты. Для вертикального провода действующая высота при приеме длинных волн примерно равна 50% геометрической высоты. Если же, кроме вертикальной части, антенна имеет еще и горизонтальную, то действующая высота ее будет 70—80% геометрической высоты.

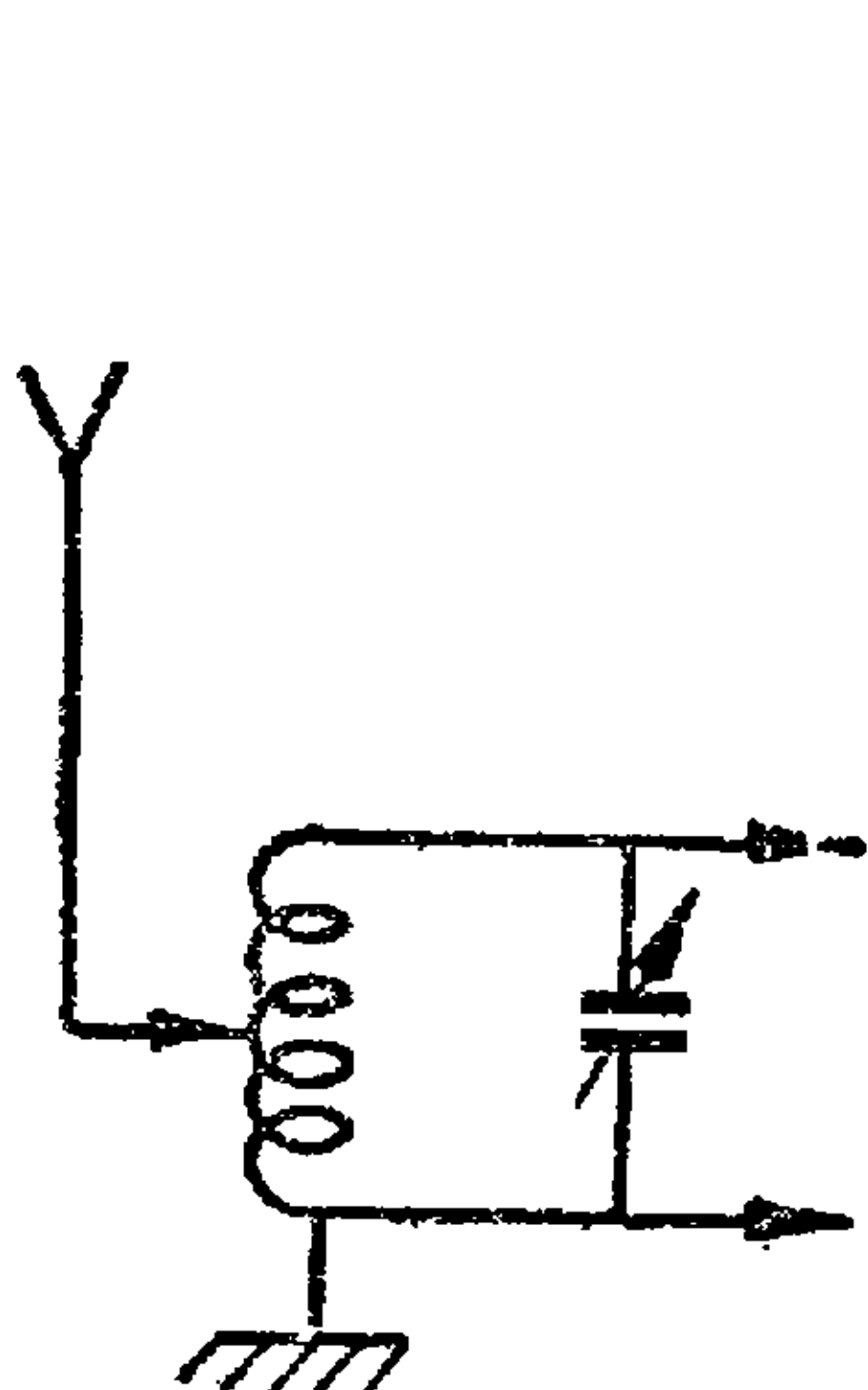


Рис. 245. Автотрансформаторная связь с антенной.

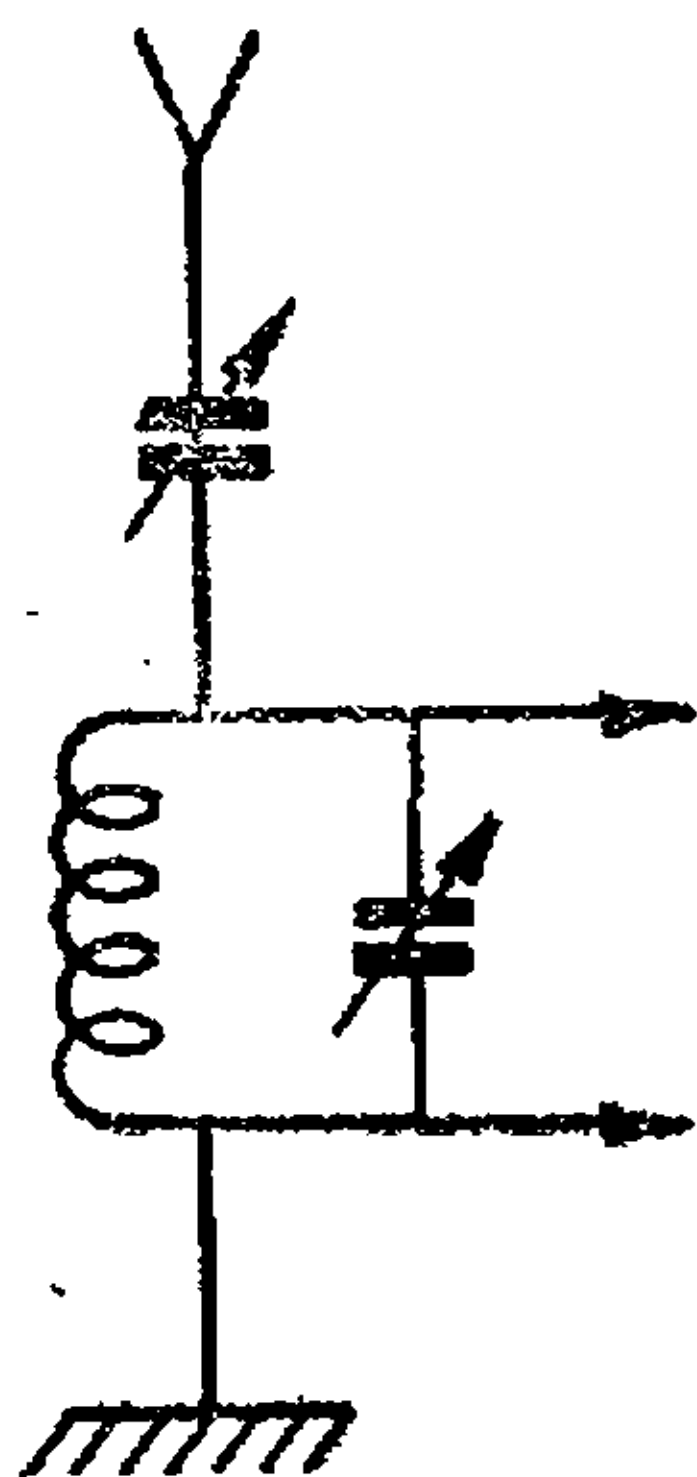


Рис. 246. Емкостная связь с антенной.

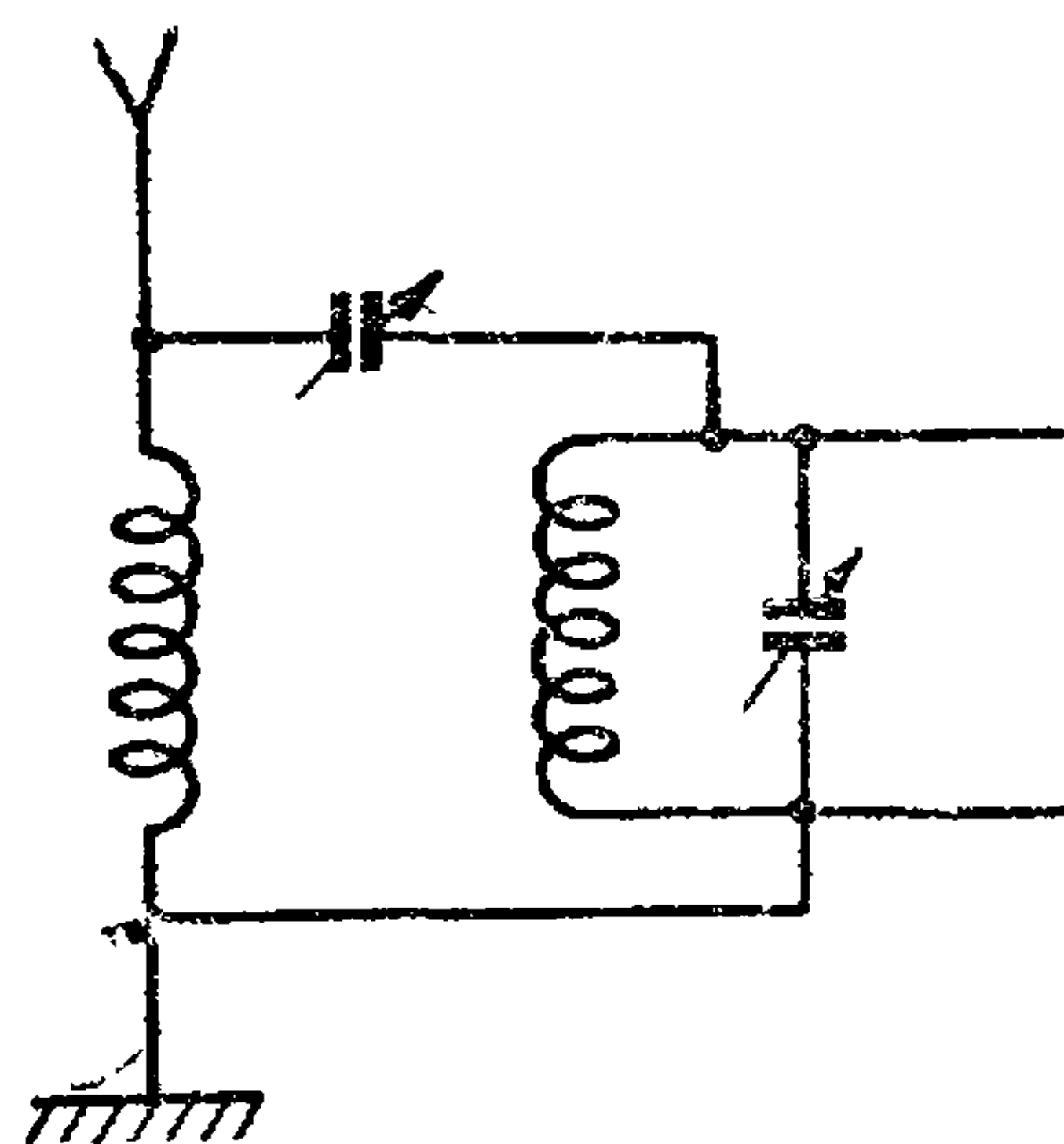


Рис. 247. Индуктивно-емкостная связь с антенной.

Геометрической высотой антенны следует считать ее высоту от земли или заземленных предметов, расположенных под антенной. Например, если антенна подвешена на высоте 3 м над железной крышей четырехэтажного дома высотой 20 м, то геометрическая высота будет 3 м, а не 23 м.

Большая чувствительность современных радиоприемников дает возможность вести нормальный радиоприем от небольших наружных антенн. Поэтому для современных ламповых приемников нет необходимости в установке высокоподвешенной антенны с длинной горизонтальной частью. Если прием производится на кристаллический детектор, тогда рекомендуется антенну применять с относительно длинной горизонтальной частью и подвешивать ее возможно выше. Однако, чем длиннее провод антенны, тем больше она чувствительна к помехам.

Ниже приводятся несколько типов антенн, применяемых в радиолюбительской практике.

Г-образная однолучевая антенна (рис. 248) по форме напоминает букву Г. Желательно, чтобы между горизонтальной частью и вертикальной (снижением) по возможности был прямой или тупой угол. Горизонтальная часть антенны может быть наклонной; в этом случае противоположный от приемника конец антенны должен быть подвешен к более высокой точке.

Длина горизонтальной части для лампового радиоприемника — 15—20 м, а при приеме на кристаллический детектор ее желательно увеличить до 30—40 м.

Провод антенны должен быть хорошо изолированным от земли. Поэтому на обоих концах горизонтальной части антенны ставят фарфоровые (орешковые) изоляторы.

Г-образная двухлучевая антенна (рис. 249) представляет собой как бы две антенны, аналогичные предыдущему типу, расположенные параллельно на расстоянии 1—1,5 м друг от друга.



Рис. 248. Г-образная однолучевая антенна.

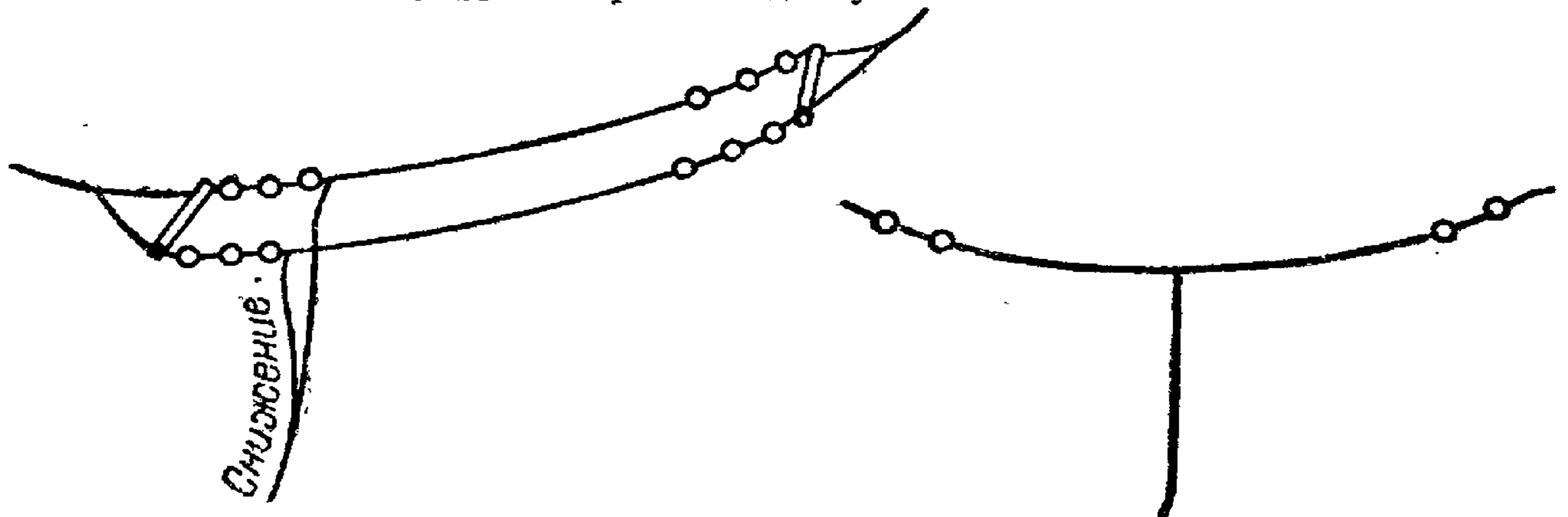


Рис. 249. Г-образная двухлучевая антенна. Рис. 250. Т-образная однолучевая антенна.

С обоих концов лучи антенны укрепляют с помощью палок-распорок, как это показано на рис. 249. Снижения обеих лучей идут отдельно и недалеко от ввода соединяются между собой.

Применяется двухлучевая антенна при приеме на кристаллический детектор и преимущественно в том случае, когда расстояние между точками подвеса антенны ограничено 10—15 м.

Т-образная однолучевая антенна (рис. 250) применяется, когда приемник расположен в здании, находящемся посередине двух высоких точек подвеса (например, посередине двух высоких домов), отстоящих друг от друга на 50—70 м. Снижение антенны берется точно от середины и, по возможности, должно проходить под прямым углом к горизонтальной части.

Пучкообразная («метелочная») антенна (рис. 251) представляет собой один из типов антенн с сосредоточенной емкостью наверху. На верхнем конце шеста, установленного на крыше, укреп-

ляется телефонный изолятор, на котором, как это показано на рис. 251, укрепляются 30—35 штук медных прутьев диаметром 1,5—2 мм и длиной 30—40 см. От места соединения всех прутьев между собой делается снижение.

Комнатные и суррогатные антенны. Современные приемники, обладая большой чувствительностью, дают возможность удовлетворительно принимать мощные станции без применения наруж-

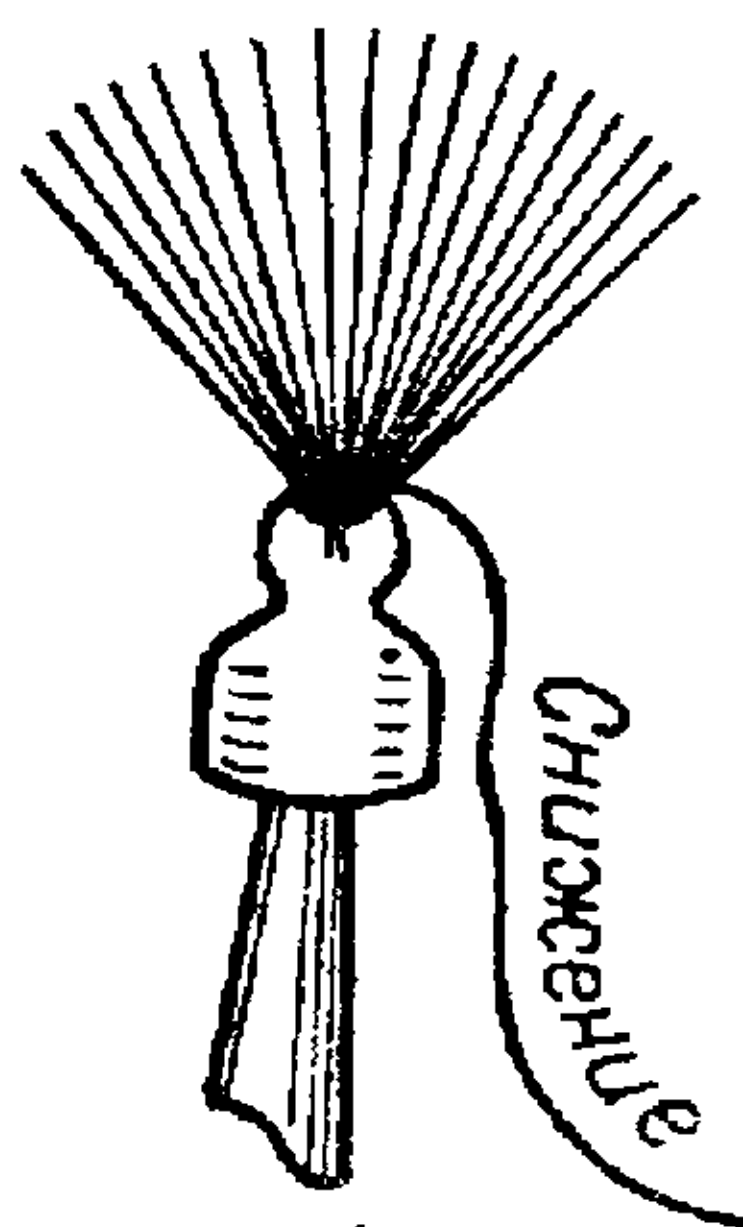


Рис. 251. «Метелочная» антенна.

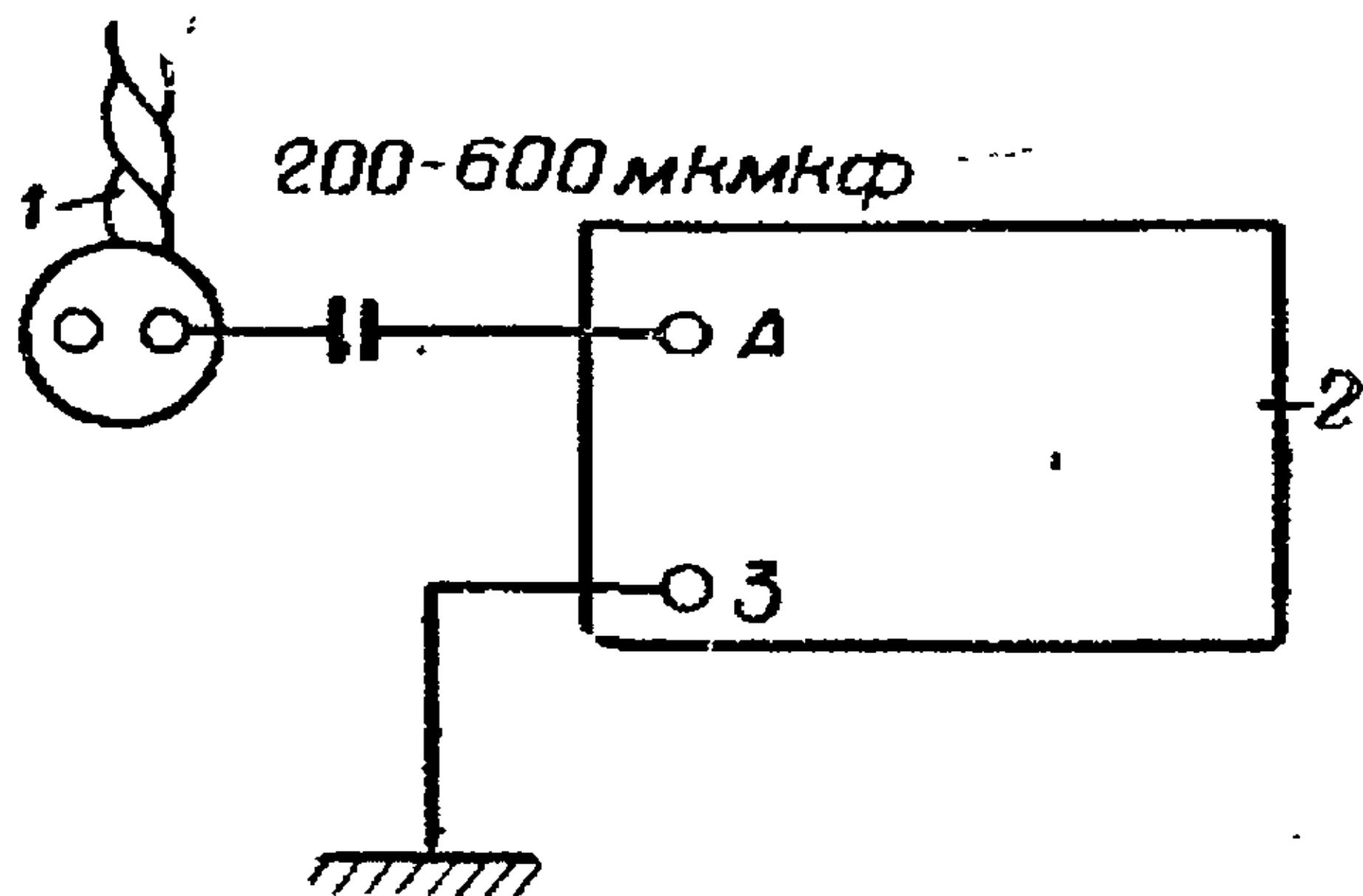


Рис. 252. Использование осветительной сети как суррогат антенны: 1 — сеть; 2 — приемник.

ных антенн. В этом случае применяют комнатные или суррогатные антенны. Эти антенны, как правило, дают худшие результаты, чем наружные.

В качестве комнатной антенны используется провод длиной 10—15 м, подвешенный под потолком на роликах. Часто горизонтальную часть комнатной антенны делают в виде зигзага или спирали. Один конец провода подключают к зажиму «антенна» приемника.

При подвешивании комнатной антенны рекомендуется провод антенны удалять от осветительной проводки, а в местах пересечения проводить антенну под прямым углом к осветительным проводам.

Как суррогат антенны применяют осветительную сеть (рис. 252). Зажим «антенна» приемника включают к осветительной сети через слюдяной конденсатор емкостью 200 — 600 мкмкф. Рекомендуется последовательно с конденсатором включать плавкий предохранитель для предохранения от короткого замыкания электросети на землю при пробое конденсатора.

В качестве суррогата антенны могут быть использованы любые металлические предметы, например, решетка балкона, металлическая кровать и пр.

Детали устройства антенны

Для антенн применяют голый медный, бронзовый или железный оцинкованный провод диаметром 1 — 2,5 мм или же специально изготовляемый для этой цели антенный канатик.

В качестве изоляторов на концах антенны употребляют специальные антенные орешковые изоляторы или обычные фарфоровые ролики, применяемые в осветительной проводке.

Для уменьшения утечки с каждого конца ставят по два-три таких изолятора, соединенных цепочкой. Орешковые изоляторы должны быть с помощью кусков провода так скреплены между собой, чтобы сила натяжения провода антенны как бы стремилась раздавить их, а не разорвать.

Антенна с помощью проволоки, троса или веревки подвешивается непосредственно или же через блок к точке подвеса антенны. Антенну можно прикрепить к наиболее высоким выступам на крыше (например труба на крыше дома) или подвесить на мачтах.

На крышах удобнее всего устанавливать мачты на коньке (рис. 253)—самом высоком месте крыши. В вертикальном положении мачты удерживаются с помощью оттяжек из железной или другой проволоки диаметром 1—2 мм.

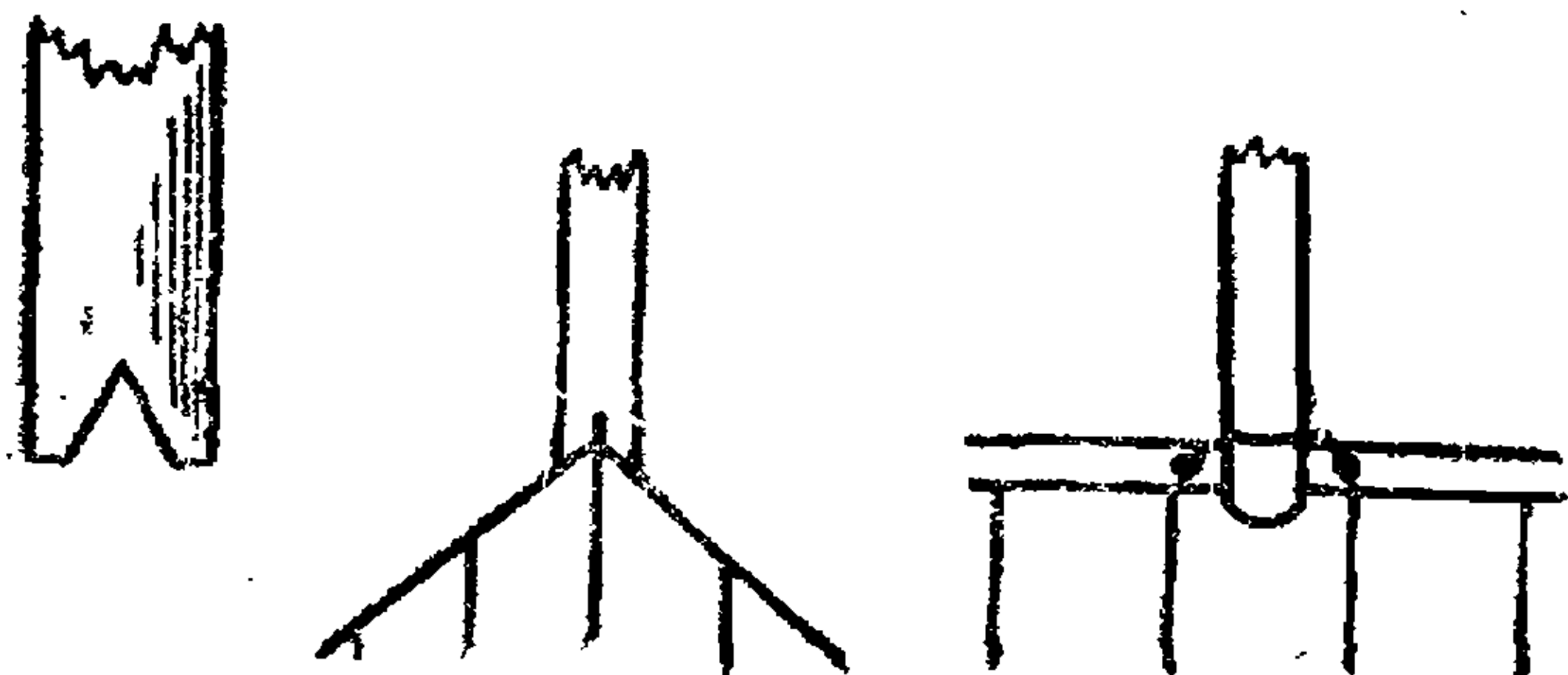


Рис. 253. Крепление мачты к коньку крыши.

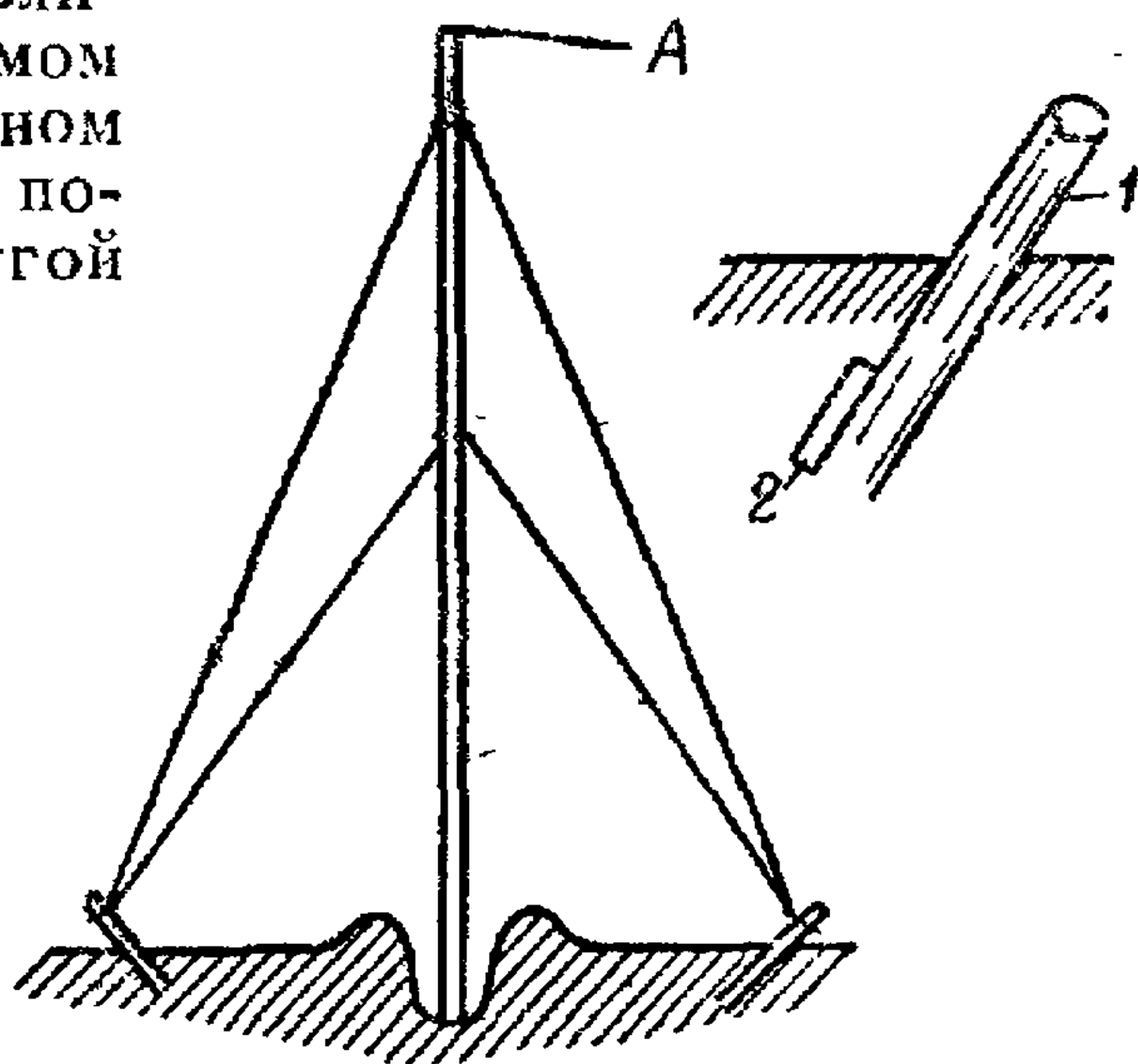


Рис. 254. Установка мачты на земле:
1 — кол; 2 — доска.

Для мачт высотой до 8 м достаточен один ярус из трех оттяжек, прикрепленных немного ниже антенного блока и расположенных под углом 120° друг к другу. Одна из оттяжек должна быть натянута в сторону, противоположную антенне.

На земле устанавливают мачты высотой 12—15 м. В этом случае применяют два яруса оттяжек.

Оттяжки крепят к местным предметам, могущим выдержать производимое ими натяжение, или к кольям, закопанным наклонно в землю. Чтобы колья не могли вырваться из земли, к нижней части кола прибивают поперек кусок доски (рис. 254).

При Т-образной антенне провод снижения припаивают к середине антенны. Если же антенна Г-образная, снижение ее делают без пайки. Для этого провод антенны сгибают в петлю и пропускают через отверстие изолятора, а затем закручивают.

При установке антенны необходимо следить за тем, чтобы снижение нигде не касалось крыши, стен или других предметов. С этой целью на краю крыши или с угла балкона прибивают деревянную палку длиной 1,5—2 м с изолятором на конце, к которому прикрепляется снижение; таким образом провод оттягивается от посторонних предметов.

Для ввода снижения в раме окна просверливают дыры, в которые с наружной стороны окна вставляется фарфоровая воронка, а с внутренней стороны фарфоровые втулки, применяемые при вводах

осветительной проводки (рис. 255). При отсутствии воронок и втулок снижение антенны можно ввести в резиновой или эбонитовой трубке.

Введенный через окно провод внутри помещения должен быть кратчайшим путем подведен к приемнику через грозовой переключатель.

Для уменьшения промышленных помех горизонтальная часть антенны должна быть подвешена подальше от токонесущих проводов и расположена по отношению к ним перпендикулярно.

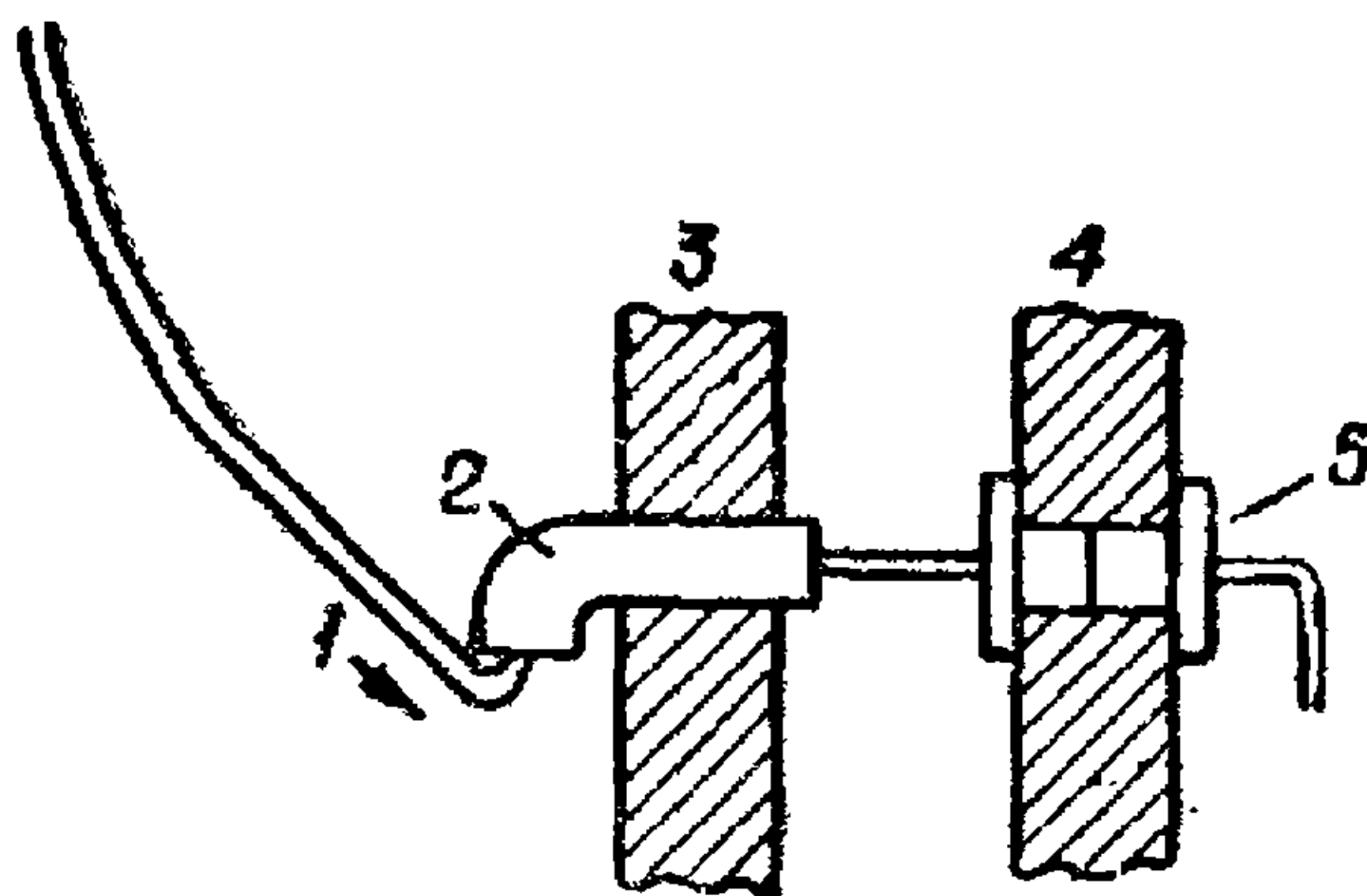


Рис. 255. Деталь ввода снижения антенны через раму окна: 1 — снижение; 2 — воронка; 3 — первая рама; 4 — вторая рама; 5 — втулки.

ЗАЗЕМЛЕНИЕ

В приемном устройстве заземление является одной из обкладок конденсатора открытого колебательного контура. Кроме того, заземление служит для предохранения радиоприемного устройства и здания, в котором установлено приемное устройство, от грозových разрядов.

Для быстрого отключения антенны от приемника и заземления ее служит грозовой переключатель. Грозовой переключатель монтируют на оконной раме или на стене возле окна, чтобы вводы антенны и заземления кратчайшим путем подводились к переключателю. От грозового переключателя к клеммам «антенна» и «земля» приемника идут гибкие проводники.

В городских условиях в качестве заземления можно использовать трубы водопровода или центрального водяного отопления. Для этого к тщательно зачищенному месту трубы крепко прикручивают провод заземления. Желательно провод заземления припаять к трубе.

При устройстве заземления в сельских условиях (часто это возможно и в городе) под окном закапывают по возможности глубже в землю (до грунтовых вод) в яму какой-либо металлический предмет: моток провода, медный лист или оцинкованное железо и т. п. с припаянным к нему проводом.

Можно сделать заземление из куска водопроводной трубы длиной 1,5 — 2 м. Нижний конец трубы расплющивают, а к верхнему припаивают провод. Трубу вбивают в землю. Время от времени полезно в нее вливать воду.

Провод заземления подводят через окно к грозовому переключателю без какой-либо изоляции, прибивая его гвоздями к плинтусу, стенке и раме окна.

Если по какой-либо причине устройство хорошего заземления затруднительно, тогда можно применить противовес. Противовес представляет собой провод, изолированный от земли и подвешенный под антенной. Этот провод включают к клемме «земля» приемника. Желательно противовес подвешивать под антенной возможно ниже. В городских условиях провод противовеса можно подвесить на 1 — 1,5 м над крышей.

КОРОТКОВОЛНОВЫЕ ПЕРЕДАЮЩИЕ АНТЕННЫ

Антенна с однопроводным фидером бегущей волны

Чтобы получить в фидере бегущую волну, провод его присоединяют к антенне в такой точке, для которой входное сопротивление антенны равно так называемому волновому сопротивлению фидера. Волновое сопротивление различных фидеров зависит от диаметра провода фидера и расстояния между ними. Например, волновое сопротивление двух скрученных проводов с резиновой изоляцией (осветительный шнур) близко к 70 ом, а для одиночного провода волновое сопротивление будет около 500 ом.

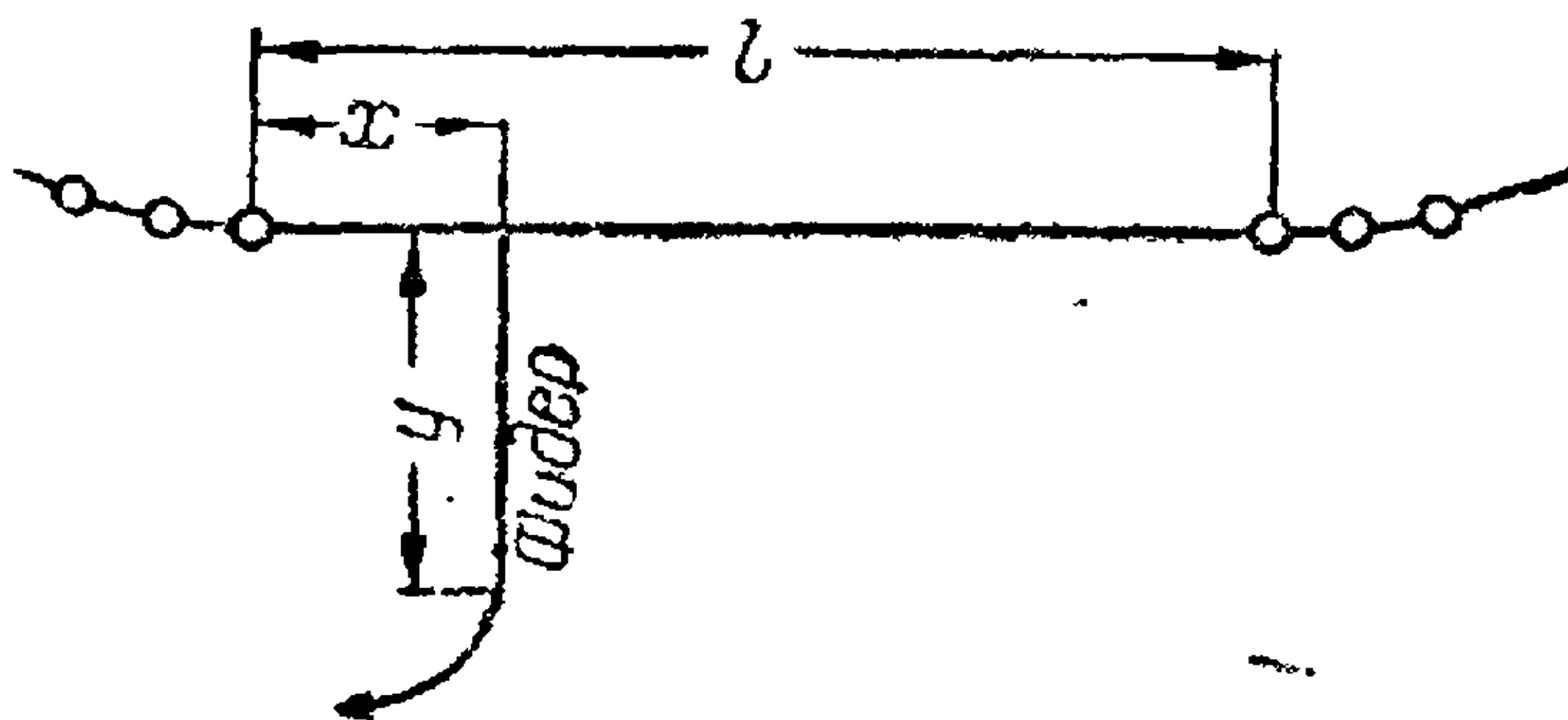


Рис. 256. Антенна с однопроводным фидером.

Преимущество фидеров с бегущей волной заключается в том, что излучение энергии проводами фидера меньше чем при питании стоячей волной, длина фидера не зависит от длины волны и может быть произвольно выбрана. Фидер бегущей волны не требует настройки.

При расчете антенны с однопроводным фидером (рис. 256) необходимо определить длину провода антенны l и расстояние точки присоединения фидера от ближайшего конца антенны x .

Длину провода антенны определяют по формуле:

$$l = 0,475 \lambda, \quad (15,1)$$

где: l — длина провода антенны (в м), λ — длина рабочей волны передатчика (в м).

Расстояние точки присоединения фидера от ближайшего конца антенны:

$$x = 0,36 l, \quad (15,2)$$

где: x — расстояние точки присоединения фидера от ближайшего конца антенны; l — длина антенны.

Фидер на участке y , который должен быть не меньше чем $0,3 x$, должен идти перпендикулярно к антенне, после чего допускаются плавные повороты провода (без острых углов). Связь фидера с передатчиком может быть непосредственной, емкостной или с помощью промежуточного колебательного контура.

Наличие режима бегущей волны в фидере может быть проверено с помощью неоновой лампочки. При перемещении неоновой лампочки вдоль фидера на расстоянии хотя бы $1/8 \lambda$ сила освещенности лампочки не должна меняться. Постоянство напряжения или тока при перемещении неоновой лампочки вдоль провода фидера и будет признаком режима бегущей волны в фидере.

Антенна с двухпроводным фидером бегущей волны

Антенна с двухпроводным фидером бегущей волны называется еще «дублет-антенна». В этой антенне (рис. 257) бегущая волна в фидере получается за счет того, что фидер подключается к антенне в таких точках, сопротивление между которыми равно волновому сопротивлению фидера.

Длину антенны l рассчитывают по формуле (15,1). Для расчета фидера определяют три величины: расстояние между точками присоединения фидера к антенне x , расстояние от антенны до начала расхождения проводов фидера y и расстояние между проводами D .

Расстояние между точками присоединения фидера к антенне:

$$x = 0,125 \lambda; \quad (15,3)$$

расстояние от антенны до начала расхождения проводов фидера:

$$y = 0,15 \lambda; \quad (15,4)$$

расстояние между проводами фидера:

$$D = 75 d, \quad (15,5)$$

где: λ — длина волны (в м); d — диаметр провода фидера (в м).

Для поддержания одинакового расстояния между проводами фидера по всей его длине до точки y провода укрепляются на распорках из изолирующего материала, например эбонита, пропитанного в парафине дерева, фарфора. Распорки друг от друга ставятся через каждые 2 — 2,5 м. Обе описанные антенны имеют преимущественно излучение в направлении, перпендикулярном их горизонтальной части.

Г-образная антенна

При применении Г-образной антенны (рис. 258) за длину провода принимается сумма длин вертикальной и горизонтальной части антенны. Для связи с контуром передатчика в антенну у заземления включают катушку самоиндукции, индуктивно связанную с катушкой колебательного контура. Эта катушка увеличивает собственную длину волны антенны примерно на 5%.

Общая длина антенны l должна быть кратной нечетному числу четвертей рабочей волны.

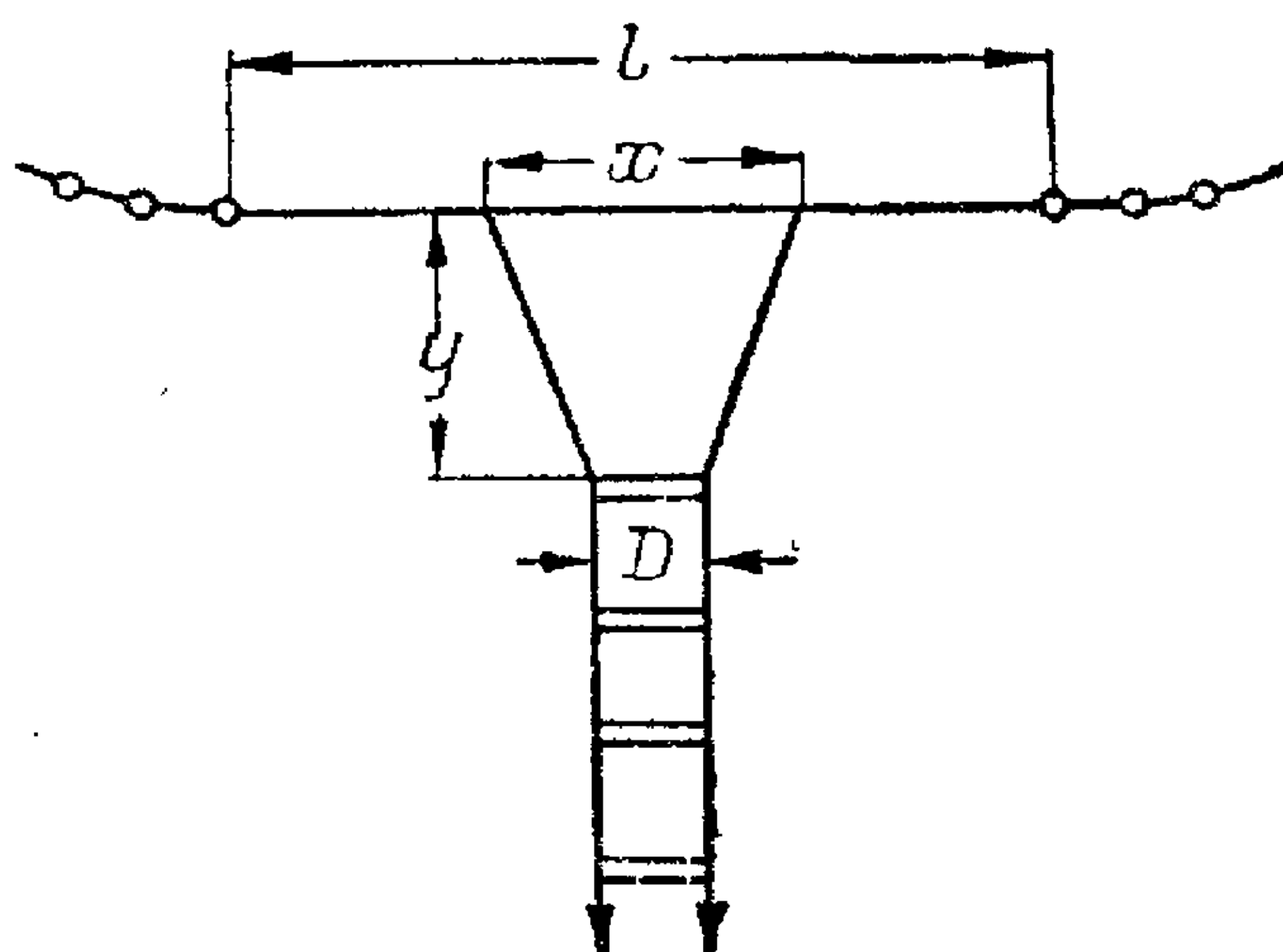


Рис. 257. Антенна с двухпроводным фидером бегущей волны.

Таким образом, общая длина антенны должна быть равна

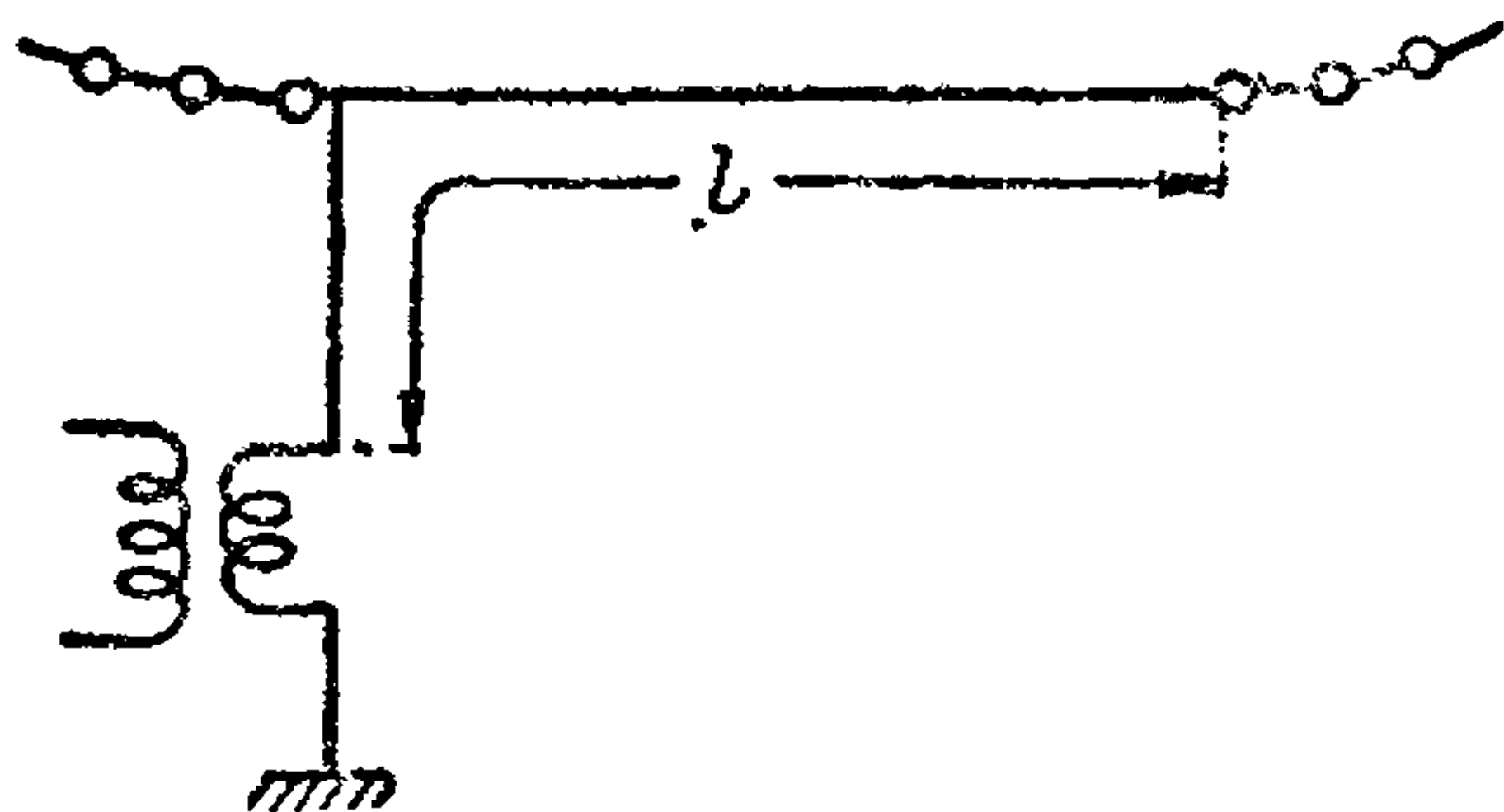


Рис. 258. Г-образная антенна.

$$\frac{\lambda}{4}; \frac{3}{4}\lambda; \frac{5}{4}\lambda \text{ и т. д.}$$

Собственную длину волны антенны определяют из соотношения

$$\lambda_0 \approx 4l.$$

Если учесть влияние катушки связи, то

$$\lambda_0 \approx 4l \cdot 1,05 = 4,2l. \quad (15,6)$$

Пример. Найти общую длину провода Г-образной антенны, если необходимо, чтобы третья гармоника этой антенны давала волну 20 м.

Решение. Так как

$$\lambda_3 = \frac{\lambda_0}{3},$$

то, подставляя значение λ_0 из (15,6), получим

$$\lambda_3 = \frac{4,2l}{3},$$

откуда

$$l = \frac{3\lambda_3}{4,2} = \frac{3 \cdot 20}{4,2} = 14,26 \text{ м.}$$

Если рабочая волна не соответствует той или иной гармонике, то для настройки антенны последовательно с антенной или параллельно антенной катушке включают конденсатор переменной емкости.

Недостаток данной антенны — излучение по всей ее длине в результате чего много излучаемой энергии поглощается близко расположенными предметами.

Горизонтальный полуволновый вибратор с питанием стоячей волной

При работе на основной длине волны вдоль вибратора, как известно, укладывается половина собственной волны λ_0 . В связи с этим в середине диполя получается пучность тока и узел напряжения, а на концах диполя — пучности напряжения и узлы тока. Если питание антенны подвести к середине провода, где имеется пучность тока, то такая антенна называется антенной с питанием в пучности тока (рис. 259).

Назначение фидера — передавать энергию от передатчика к антенне, но излучение самого фидера при этом должно быть минимальным. Последнее условие выполняется применением двухпроводного фидера при условии полной симметричности обоих проводов.

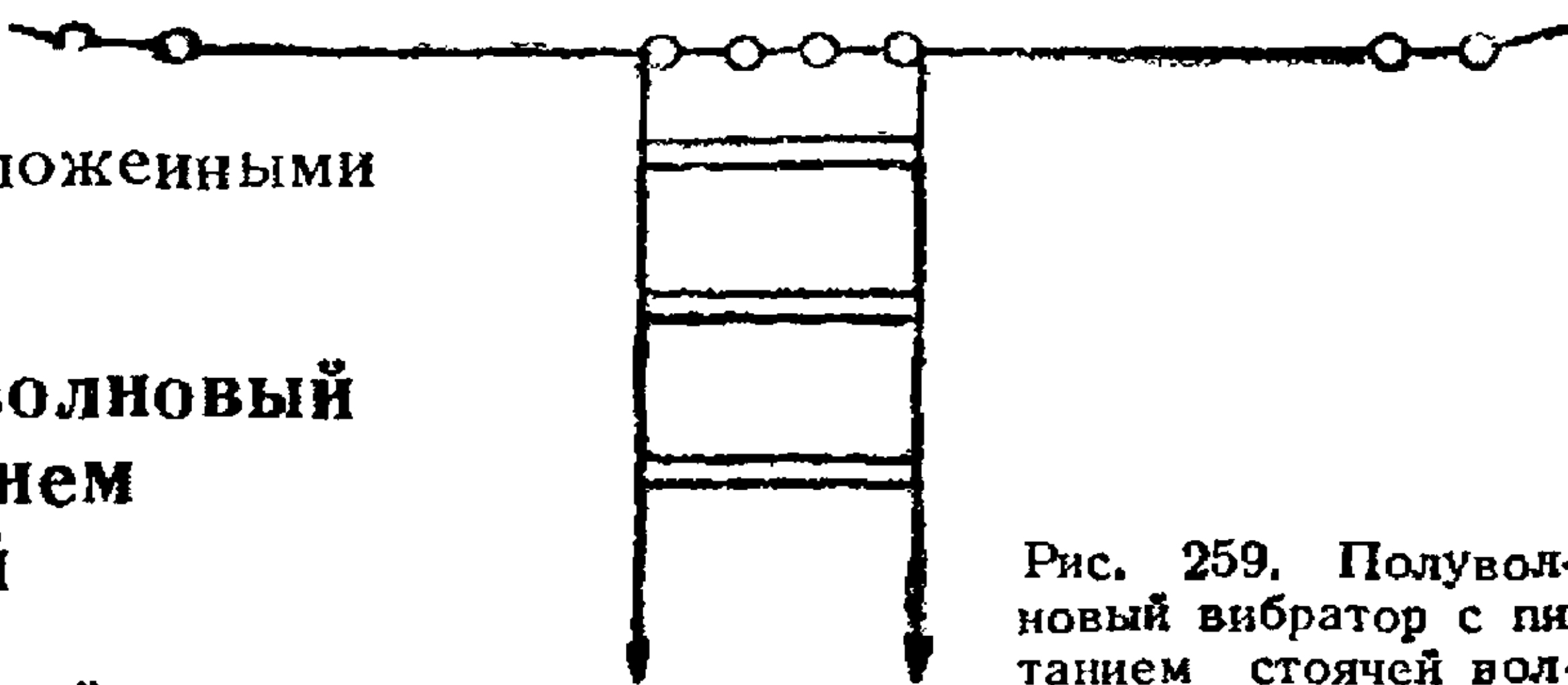


Рис. 259. Полуволновый вибратор с питанием стоячей волной.

При работе на основной волне вдоль провода вибратора укладывается немного больше половины волны, что является результатом потерь энергии в проводе и в окружающих предметах. Поэтому длина провода вибратора должна быть на 5% меньше половины волны и определяется из соотношения:

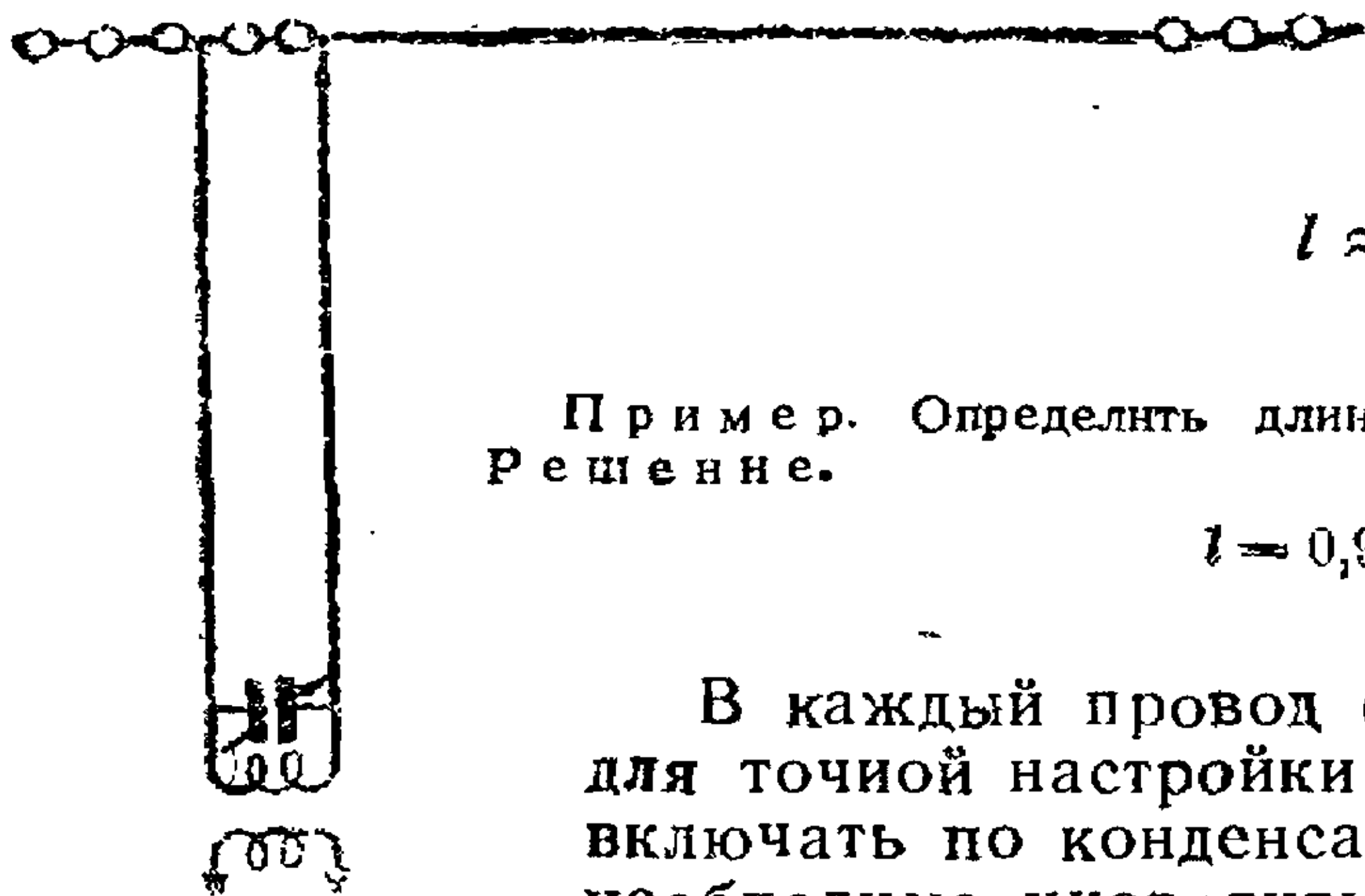


Рис. 260. Антенна типа «Цеппелин».

$$l \approx 0,95 \frac{\lambda}{2}. \quad (15,7)$$

Пример. Определить длину вибратора для работы на $\lambda = 40$ м.
Решение.

$$l = 0,95 \cdot \frac{40}{2} = 19 \text{ м.}$$

В каждый провод фидера (поближе к передатчику) для точной настройки его на требуемую волну можно включать по конденсатору переменной емкости (если необходимо укоротить длину волны фидера) или параллельно катушке включать один конденсатор переменной емкости (если необходимо увеличить длину волны фидера).

Горизонтальный вибратор может работать также и на нечетных гармониках. При работе на основной волне максимальное излучение вибратора будет в направлении, перпендикулярном к оси провода.

Если соединить один провод фидера с одним из концов антенны, тогда горизонтальный вибратор будет питаться в пучности напряжения фидером со стоячей волной. Такая антенна называется антенной типа «Цеппелин» (рис. 260).

Длина вибратора для этой антенны определяется также по формуле (15,7).

Настройка фидера достигается последовательным или параллельным включением конденсаторов переменной емкости в провода фидера, как это указывалось выше.

АНТЕННЫ ДЛЯ УЛЬТРАКОРОТКИХ ВОЛН

Антенны всех типов, применяемых для коротких волн, пригодны также и для ультракоротких волн.

Характер распределения тока и напряжения вдоль проводов антенны, диаграммы излучения энергии в вертикальной и горизонтальной плоскости для ультракоротких волн аналогичны таковым для коротковолновых антенных устройств. Однако размеры антенн для ультракоротких волн того или иного типа соответственно меньше, пропорционально отношению длин волн. В связи с небольшими геометрическими размерами антенн для ультракоротких волн они конструктивно весьма часто отличаются от коротковолновых антенных устройств.

ПРОСТЕЙШИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

В своей практической работе при ремонтах, наладке и т. п. радиолюбителю часто приходится сталкиваться с необходимостью определить исправность той или иной детали или место неисправности в приемнике, усилителе или передатчике.

Очень часто радиолюбителю приходится определить место пробоя (короткое замыкание), повреждение изоляции, наличие обрыва в различных катушках, обмотках, сопротивлениях и пр. Такие элементарные неисправности можно обнаружить и без специальных измерительных приборов. Для этого достаточно создать цепь из источника

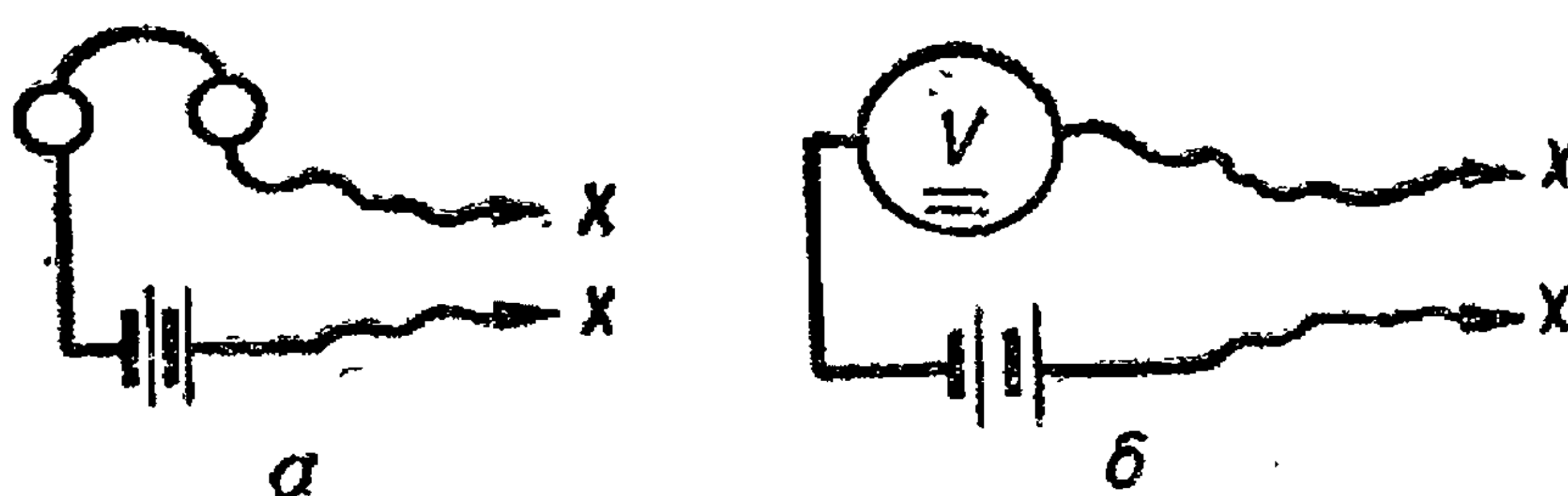


Рис. 261. Простейшие пробники.

тока и головных телефонных трубок, соединенных между собой по-последовательно (рис. 261, а), или же источника тока и вольтметра (рис. 261, б).

Обрыв в проводнике, контурной катушке, обмотке трансформатора, дросселя высокой или низкой частоты и т. п. можно определить, если прикоснуться зажимами X—X к испытуемой детали или участку схемы. При отсутствии обрыва в цепи в телефонах будет слышен при прикосновении щелчок, а в схеме с вольтметром стрелка вольтметра отклонится. В случае испытания пробником деталей, вмонтированных в схему, необходимо проверить отсутствие параллельных ответвлений, ток через которые может создать ошибочные показания пробника.

Отклонение стрелки вольтметра будет тем больше, чем больше напряжение батареи и чем меньше величина омического сопротивления испытываемой обмотки, проводника, катушки и т. п. Поэтому, если испытываемый проводник обладает большим сопротивлением, напряжение источника тока необходимо соответственно увеличить. Для обычной радиолюбительской практики при отысканиях обрывов

или коротких замыканий вполне достаточно напряжение батареек, равное 3—8 в.

Прибор, собранный по одной из схем рис. 261, в обиходе принято называть пробником. Для такого пробника можно использовать обычный магнитоэлектрический вольтметр со шкалой 3—15 в или миллиамперметр с добавочным сопротивлением.

Исправность конденсаторов может быть определена также с помощью простейших пробников. Отклонение стрелки прибора при прикосновении проводниками X—X к зажимам конденсатора укажет на то, что конденсатор пробит. Отклонение стрелки в момент подключения конденсатора не означает неисправности последнего, а происходит вследствие заряда конденсатора.

При некотором навыке с помощью указанных пробников можно определить большинство неисправностей, встречающихся в деталях и различных участках схемы радиоаппаратуры.

ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА

Электрический ток измеряется амперметрами или миллиамперметрами. При этом амперметр (или миллиамперметр) включается в электрическую цепь последовательно (рис. 262). Вследствие этого амперметры

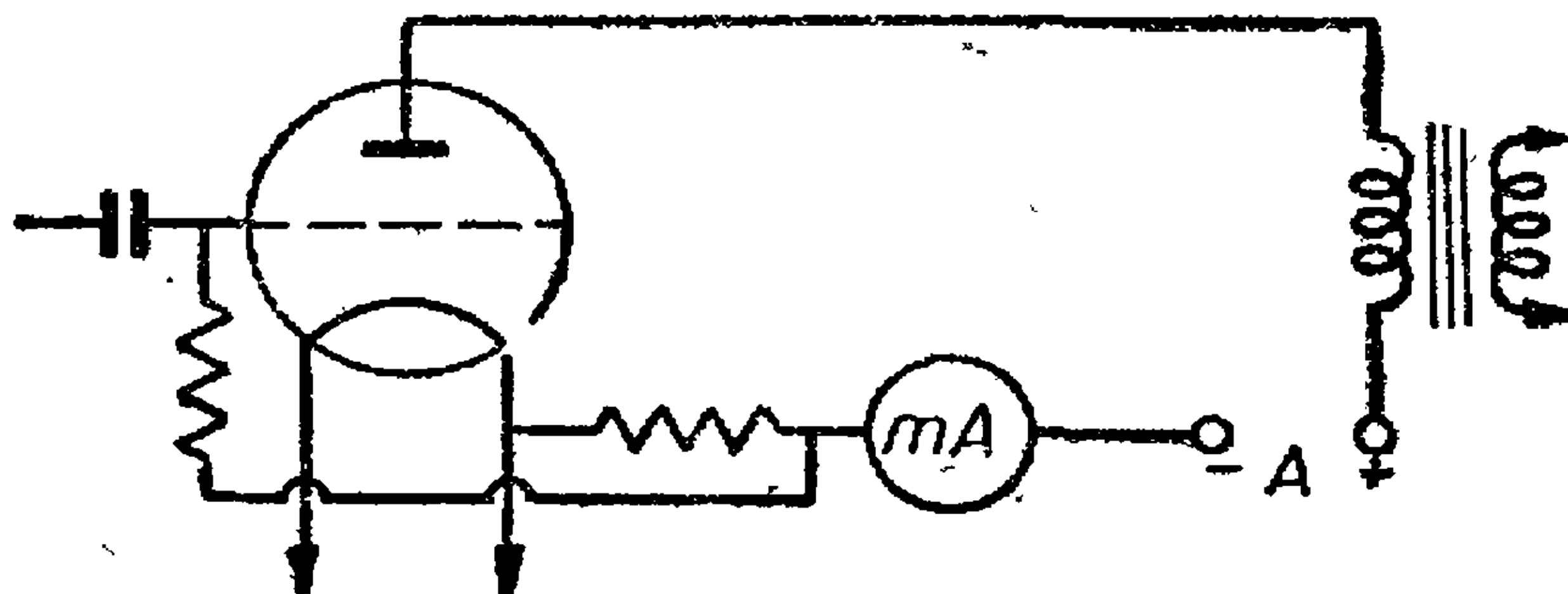


Рис. 262. Измерение силы анодного тока лампы (миллиамперметр в аводиую цепь включен последовательно).

не должны обладать большим сопротивлением, чтобы при включении их не изменились заметно параметры цепи и ток в ней.

На практике часто возникает необходимость расширить предел показаний миллиамперметра или амперметра в сторону больших значений тока. Для этой цели в приборах постоянного и технического переменного тока применяют шунты.

Шунт (рис. 263) представляет собой сопротивление, включенное параллельно амперметру (или миллиамперметру). Величина сопротивления шунта в определенное число раз меньше сопротивления прибора и рассчитывается на пропускание основной части измеряемого тока.

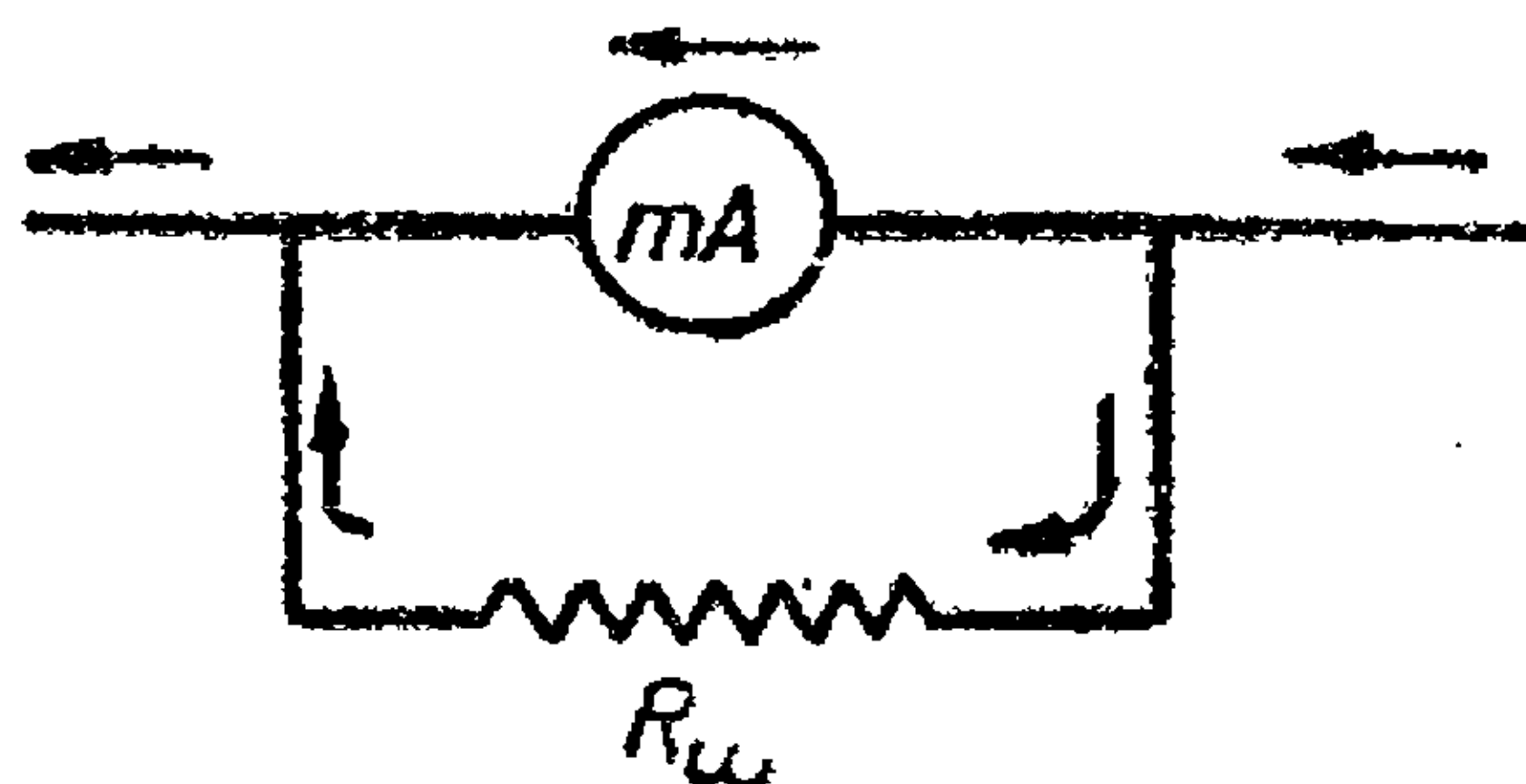


Рис. 263. Включение шунта.

Величину сопротивления шунта определяют по формуле:

$$R_{ш} = \frac{R_{mA}}{n - 1}, \quad (16.1)$$

где: $R_{ш}$ — сопротивление шунта (в ом); R_{mA} — сопротивление амперметра или миллиамперметра (в ом); n — число, показывающее, во сколько раз желательно расширить предел показаний прибора.

Пример. Миллиамперметр имеет сопротивление $R_{mA} = 100 \text{ ом}$ и измеряет ток до 50 ма . Какой шунт необходим для измерения этим же прибором тока до $0,5 \text{ а}$, т. е. до 500 ма .

Решение. 1. Определяем n

$$n = \frac{500}{50} = 10.$$

2. По формуле (16.1) находим сопротивление шунта:

$$R_{ш} = \frac{R_{mA}}{n - 1} = \frac{100}{10 - 1} = \frac{100}{9} = 11,1 \text{ ом}.$$

В данном случае шунт должен быть рассчитан на прохождение тока в $500 - 50 = 450 \text{ ма}$.

Шунты обычно изготавливают из реостатного сплава (манганина, константана и т. п.). В радиолюбительской практике величину сопротивления шунта приходится окончательно «подгонять» на опыте, сверяя показания выверяемого прибора с эталонным.

ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ

Приборы, служащие для измерения напряжения, называются вольтметрами. Для измерения напряжения между двумя точками электрической цепи вольтметр подключают к этим точкам параллельно (рис. 264).

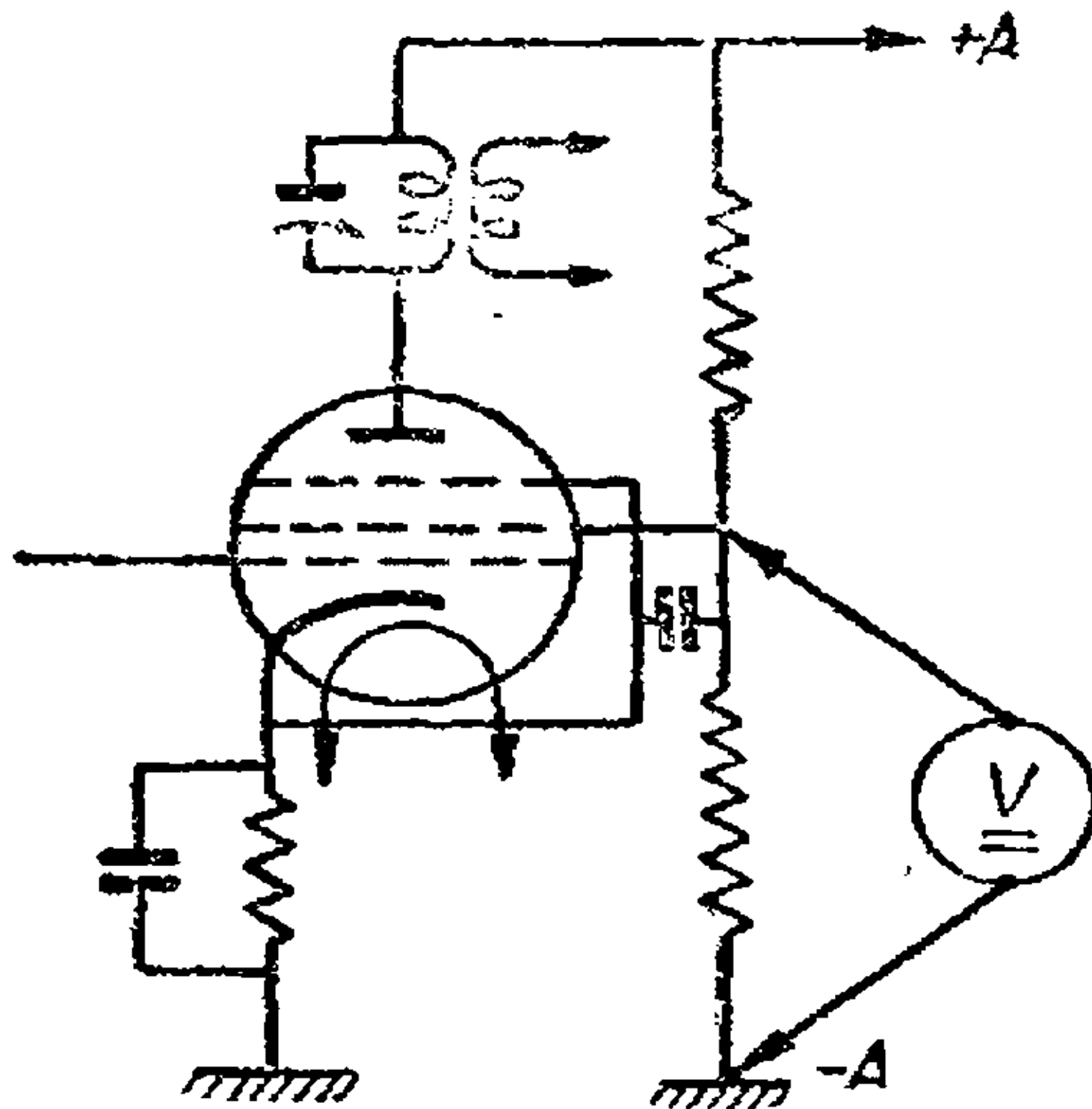


Рис. 264. Измерение напряжения на экранной сетке.

В процессе налаживания радиоаппаратуры приходится производить измерения напряжения на зажимах мало-мощных кенотронных выпрямителей, на анодах ламп, на экранных сетках и т. п. Если при измерении напряжения на этих участках использовать вольтметры с малым внутренним сопротивлением, то подключение такого вольтметра заметно изменит величину сопротивления цепи, а следовательно, и режим работы данного участка схемы или каскада. В результате этого показания вольтметра не будут соответствовать величине напряжения, бывшего между данными точками до подключения к ним вольтметра.

Поэтому нельзя измерять напряжение на зажимах кенотронных выпрямителей, на аноде ламп, экранное напряжение, на зажимах делителя напряжения и т. п. вольтметром с малым внутренним сопротивлением.

Можно считать удовлетворительным, если для измерения напряжения на участках цепей, указанных выше, применить магнитоэлектрический прибор, внутреннее сопротивление которого составляет не менее 2000 ом на каждый вольт шкалы прибора. Еще лучше для этой цели пользоваться ламповым вольтметром, обладающим большим входным сопротивлением, достигающим долей мегома и более. Включение лампового вольтметра практически не меняет режима работы каскада, в котором производится измерение.

Для расширения пределов показаний вольтметра, что вызывается необходимостью измерять более высокие напряжения чем те, на которые рассчитан вольтметр, прибегают к добавочным сопротивлениям, включаемым последовательно с вольтметром (рис. 265). Величину добавочного сопротивления рассчитывают по формуле

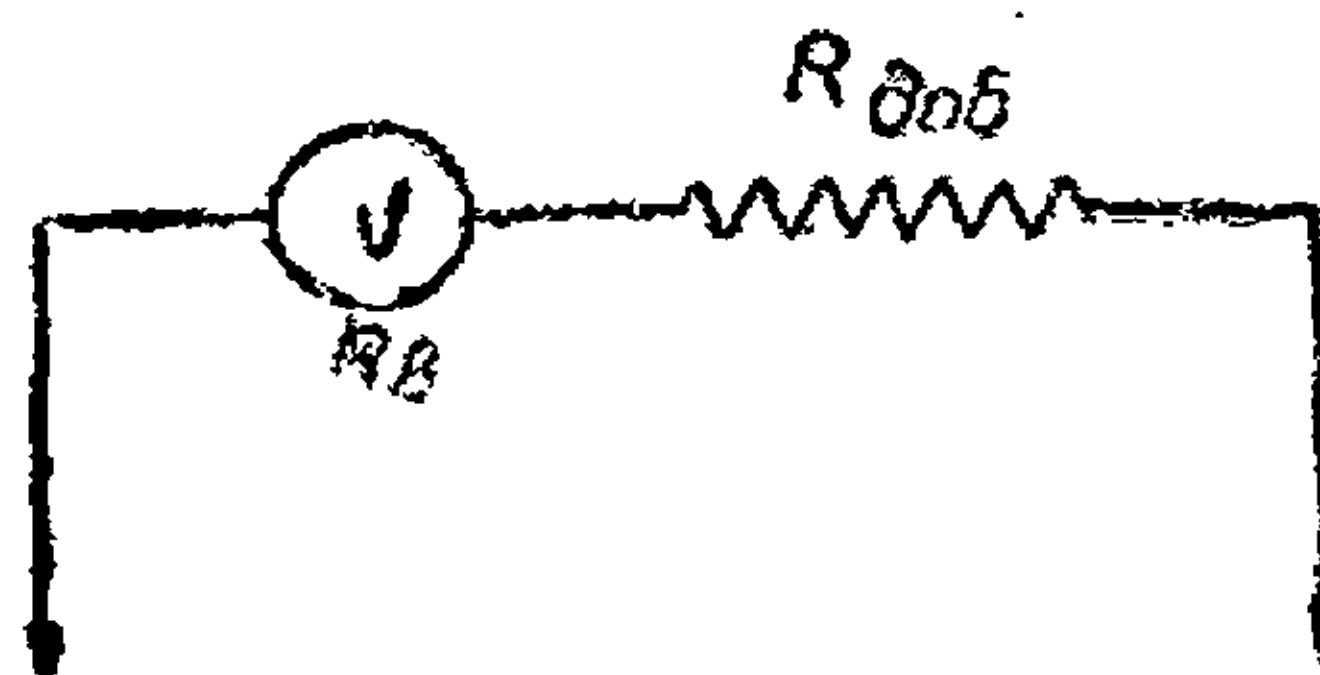


Рис. 265. Включение добавочного сопротивления к вольтметру.

$$R_{\text{доб}} = R_{\text{в}} (n - 1), \quad (16,2)$$

где: $R_{\text{доб}}$ — величина добавочного сопротивления (в ом); $R_{\text{в}}$ — сопротивление вольтметра (в ом); n — число, показывающее, во сколько раз увеличивается предел показаний вольтметра.

Пример. Вольтметр на 150 в имеет сопротивление 10 000 ом. Необходимо рассчитать величину добавочного сопротивления для измерения с помощью этого же прибора напряжений до 600 в.

Решение. Определяем n :

$$n = \frac{600}{150} = 4.$$

По формуле (16,2) находим:

$$R_{\text{доб}} = 10\,000 (4 - 1) = 30\,000 \text{ ом.}$$

Добавочное сопротивление для вольтметров делают из тонкой (0,05 — 0,1 мм) реостатной проволоки. В крайнем случае при отсутствии проволочных сопротивлений можно использовать в качестве добавочных сопротивления типа Каминского, ТО или СС.

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Измерение величины сопротивления для постоянного тока не представляет трудности при наличии омметра. Измеряемое сопротивление присоединяется к двум зажимам измерительного прибора, и по шкале омметра определяется величина измеряемого сопротивления.

При отсутствии омметра величину сопротивления можно измерить одним из следующих методов.

Метод вольтметра (рис. 266). Для этого метода требуется вольтметр с известным сопротивлением и источник тока. Метод измерения сопротивления состоит в том, что сперва вольтметром измеряют напряжение на клеммах источника тока, а затем, включив последовательно с вольтметром измеряемое сопротивление, определяют по шкале новое показание прибора, которое, естественно, будет меньше первоначального.

Величину неизвестного сопротивления определяют по формуле:

$$R = R_B \left(\frac{U}{U_1} - 1 \right), \quad (16,3)$$

где: R — величина измеряемого сопротивления (в ом); R_B — сопротивление вольтметра (в ом); U — напряжение источника тока; U_1 — на-

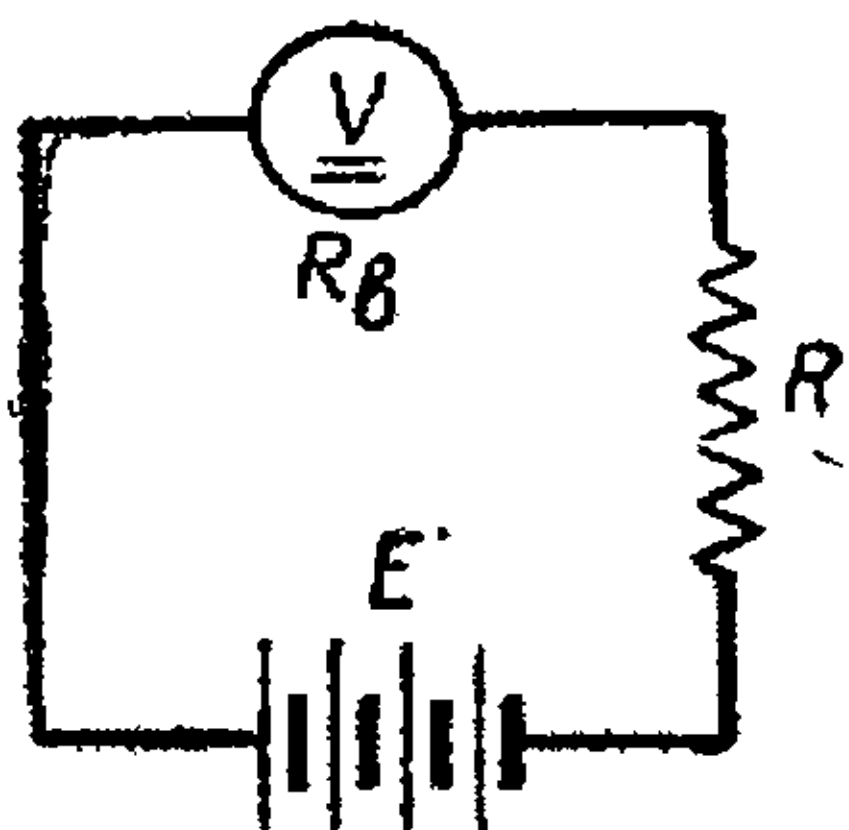


Рис. 266. Измерение сопротивления методом вольтметра.

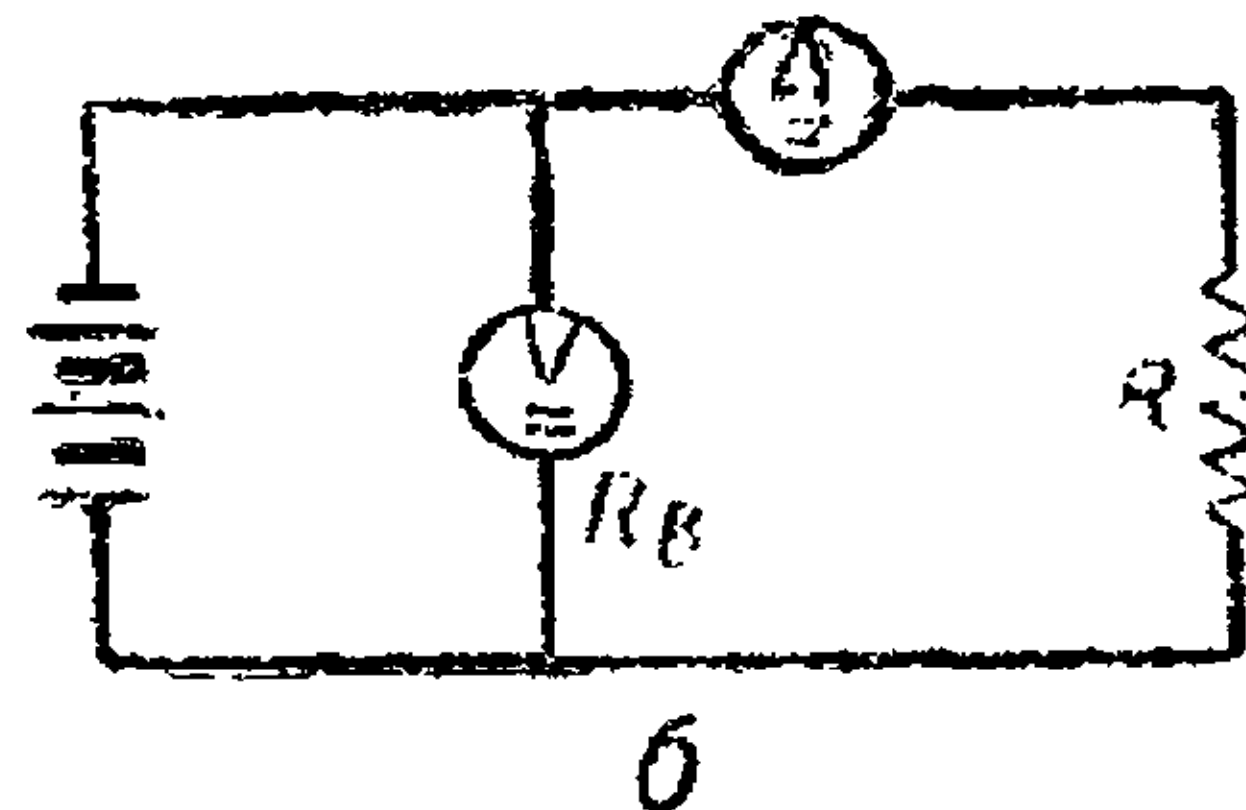
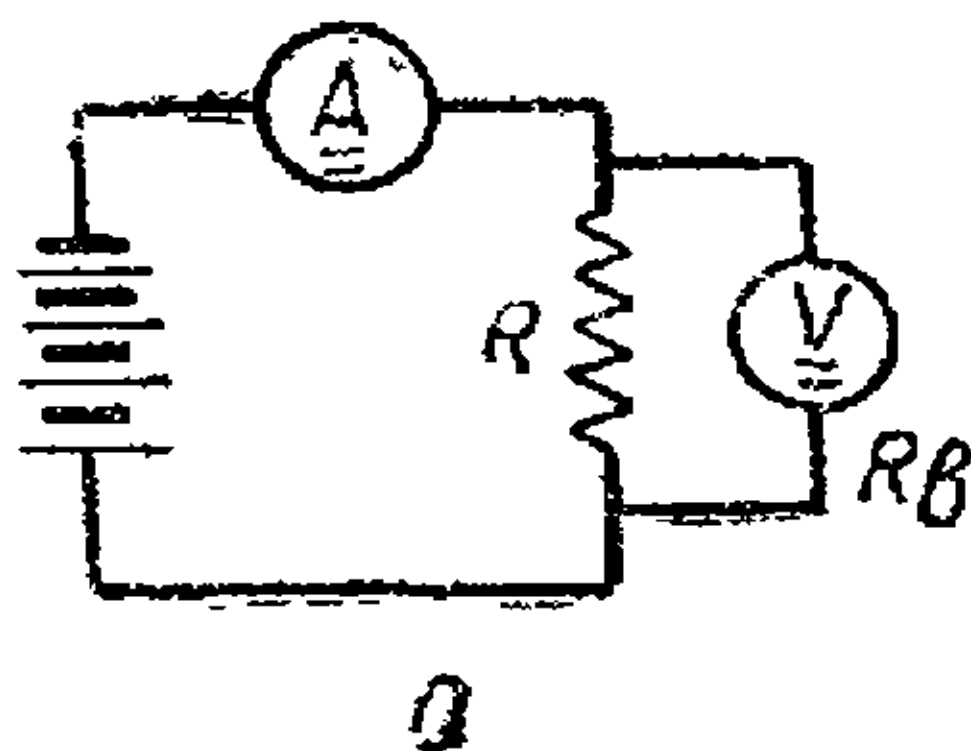


Рис. 267. Измерение сопротивления методом вольтметра и амперметра.

пряжение, показываемое вольтметром при последовательном включении его с измеряемым сопротивлением.

Пример. Сопротивление вольтметра 10 000 ом. Напряжение на клеммах источника тока, измеренное вольтметром, 70 в. При измерении сопротивления, т. е. при включении этого же вольтметра к указанному источнику тока через измеряемое сопротивление, вольтметр показал напряжение 20 в. Какова величина измеряемого сопротивления?

Решение. По формуле (16,3) находим:

$$R = 10\,000 \left(\frac{70}{20} - 1 \right) = 25\,000 \text{ ом.}$$

Напряжение источника тока выбирают в зависимости от величины измеряемого сопротивления. Чем больше величина измеряемого сопротивления, тем больше должно быть напряжение источника тока.

Метод вольтметра и амперметра. Величина сопротивления может быть измерена при наличии вольтметра и амперметра (миллиамперметра) по одной из схем рис. 267.

По показаниям вольтметра и амперметра, в соответствии с законом Ома, определяют величину измеряемого сопротивления:

$$R = \frac{U}{I},$$

где: R — величина измеряемого сопротивления (в ом); U — показание вольтметра (в в); I — показание амперметра (в а).

Обе схемы дают некоторую ошибку в величине измеряемого сопротивления. Эта ошибка тем больше, чем больше сопротивление амперметра и чем меньше сопротивление вольтметра.

ОММЕТР-ПРОБНИК ТИПА М-57

При измерении сопротивлений часто требуется определить величину сопротивления, хотя и не особенно точно, но быстро, не прибегая к вычислениям. Тогда пользуются измерительным прибором с непосредственным отсчетом—омметром.

Одним из распространенных омметров-пробников является карманный магнитоэлектрический омметр типа М-57, предназначенный для грубых технических измерений электрического сопротивления от 10 до 5000 ом. Его шкала градуирована непосредственно в омах. Омметр предназначен для работы с батареей карманного фонаря (напряжение 4,5 в). Корпус прибора изготовлен из пластмассы и разделен на две части: в верхней помещен измерительный механизм, а в нижней — батарея. С тыльной части корпуса расположен винт, при помощи которого производится перемещение магнитного шунта. Магнитный шунт предназначен для компенсации изменения напряжения батарей от 4,7 до 4 в.

В верхней части с лицевой стороны прибор имеет корректор, с помощью которого стрелка омметра устанавливается в начальное положение ∞ (бесконечность).

Измеряемое сопротивление подключают к зажимам омметра, расположенным в верхней части, и величину сопротивления отсчитывают непосредственно на шкале прибора.

Перед началом измерения необходимо проверить положение стрелки при замкнутых накоротко зажимах прибора. Если стрелка не находится при этом на нулевом положении, то ее следует привести в это положение регулировкой магнитного шунта. Необходимо иметь в виду, что при значительно разряженной батарее стрелку прибора установить на нуль не удастся. В таком случае необходимо сменить батарею.

В пределах шкалы от 20 до 80 и от 500 до 1500 ом погрешность омметра не превышает $\pm 22\%$ от данного показания; в пределах шкалы от 80 до 500 ом погрешность не превышает $\pm 10\%$. В остальной части шкалы погрешность не нормирована.

ЛАМПОВЫЙ ОММЕТР

Весьма удобным и простым в изготовлении является ламповый омметр, смонтированный по схеме рис. 268. Такой омметр дает возможность измерять сопротивления от единиц омов до десяти мегомов.

Основными достоинствами прибора являются: питание от сети переменного тока, малые габариты и простота в обращении.

Данные сопротивлений в схеме прибора зависят от параметров измерительного прибора магнитоэлектрического типа, применяемого для омметра. Если применить прибор с внутренним сопротивлением 70 ом и током, необходимым для максимального отклонения стрелки, 0,25 ма, то величины сопротивлений будут иметь следующие значения: $r_1 = 0,1$ мгом; $r_2 = 0,35$ мгом; $r_3 = 6000$ ом; $r_4 = 45$ ом; $r_5 = 0,5$ мгом; $r_6 = 2000$ ом. Конденсатор С — емкостью 1 мкф; лампа — двойной диод типа 6Х6.

После изготовления шкалу прибора в катодном омметре градуируют по эталонному омметру или по сопротивлениям, величина которых известна с необходимой точностью. Если данные отдельных

деталей омметра равны приведенным выше, то, в зависимости от положения переключателя Π , им можно измерять сопротивления в трех пределах: от 5 до 1000 ом; от 1000 до 150 000 ом и от 150 000 ом до

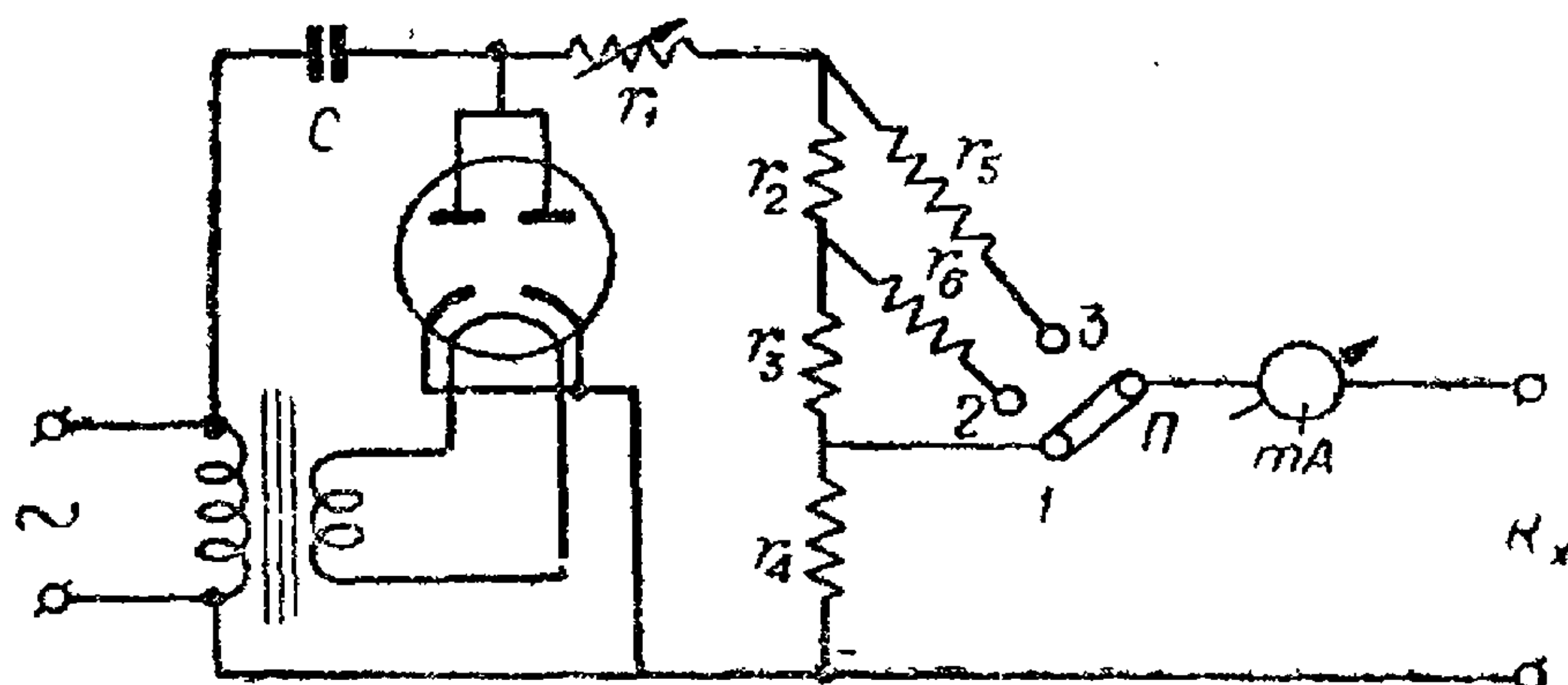


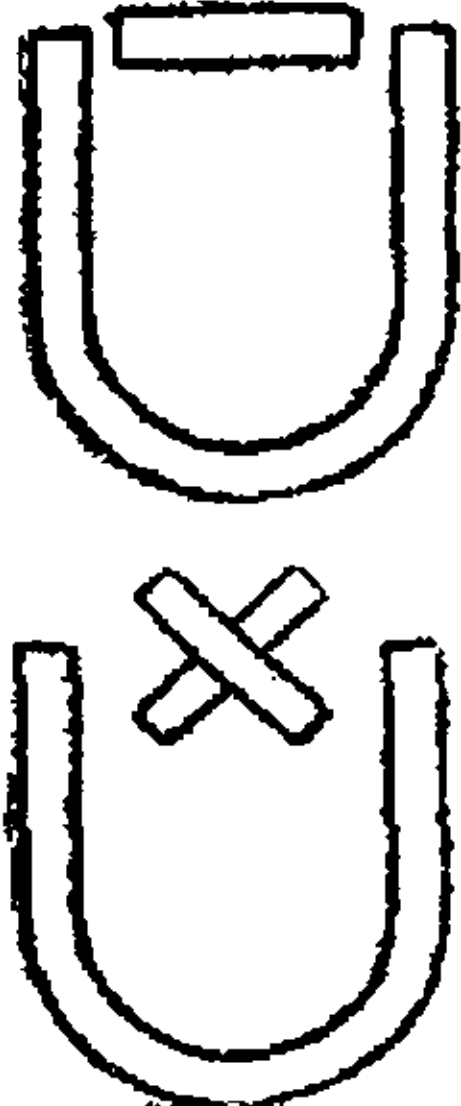
Рис. 268. Схема лампового омметра.

10 мгом. При малых величинах сопротивлений переключатель устанавливают в положение 1; при больших сопротивлениях — в положение 3. Измеряемое сопротивление подключают к клеммам R_x прибора. Перед каждым измерением следует проверять установку прибора на нуль, для чего клеммы R_x замыкают накоротко, и, изменяя величину переменного сопротивления, устанавливают стрелку прибора на нуль шкалы омметра.


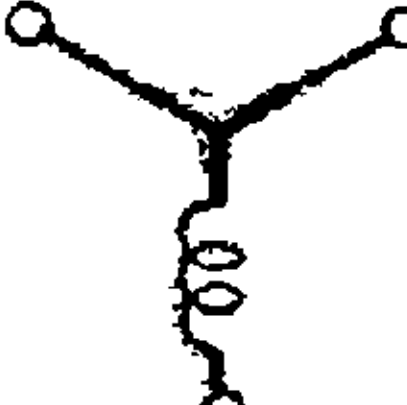

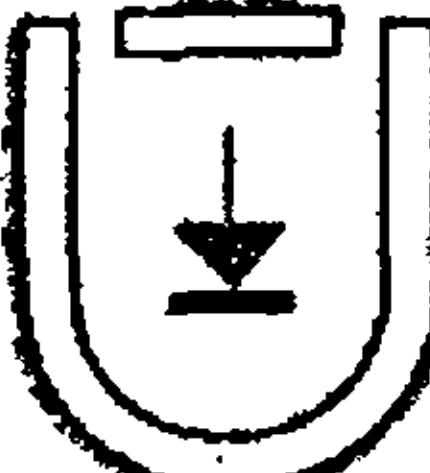
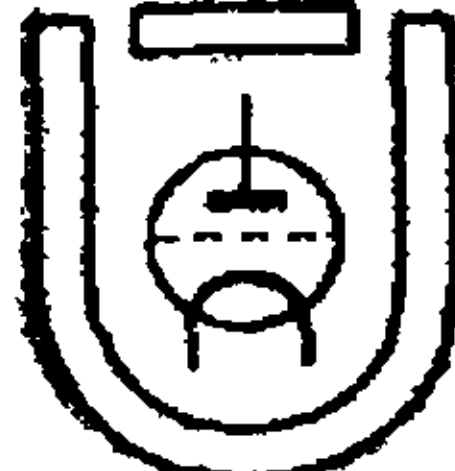

МАРКИРОВКА ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ, ИЗГОТОВЛЯЕМЫХ В СССР

Для определения назначения того или иного электроизмерительного прибора необходимо знать условные обозначения, указываемые в паспорте прибора. Обычно паспорт прибора наносится на шкалу условными знаками.

На приборах, изготовляемых в СССР, можно встретить следующие условные обозначения:

Условные обозначения	Значения
	<p style="text-align: center;">Система прибора</p> <p>Магнитоэлектрическая с механической противодействующей силой (с возвратными пружинами)</p> <p>То же с двумя рамками без механической противодействующей силы</p>

Условные обозначения	Значения
	Электродинамическая (без железа) с механической противодействующей силой
	То же, но с магнитным экраном для устранения влияния внешних магнитных полей
	Электродинамическая с двумя рамками без механической противодействующей силы
	То же с магнитным экраном
	Ферродинамическая с железным сердечником, для увеличения чувствительности прибора (с механической противодействующей силой)
	То же с магнитным экраном
	Ферродинамическая с двумя рамками без механической противодействующей силы
	То же с магнитным экраном
	Индукционная

Условные обозначения	Значение
	<p>Электромагнитная</p>
	<p>Тепловая</p>
	<p>Термоэлектрическая (магнитоэлектрическая с помещенной внутри прибора термопарой)</p>
	<p>Детекторная (магнитоэлектрическая с помещенным внутри прибора контактным выпрямителем-детектором)</p>
	<p>Электронная (магнитоэлектрическая с помещенным внутри прибора электронным — ламповым выпрямителем)</p>
	<p>Фотоэлектрическая (магнитоэлектрическая с укрепленным на приборе или постоянно с ним соединенным фотоэлементом)</p>

Условные обозначения	Значение
	Электростатическая
	Вибрационная
Род тока	
	Постоянный ток
	Переменный ток
	Постоянный и переменный ток
	Трехфазный ток
Частота тока	
	Частота 50 гц
	Трехфазный ток, частота 50 гц
	Максимальная частота 10 кГц
	Прибор градуирован при длине волны 75 м
	Испытательное напряжение прибора Изоляция между обмотками прибора и его корпусом испытана на пробой напряжением в 2000 в
Нормальное положение прибора при измерении	
	Вертикальное
	Горизонтальное
	Наклонное под любым углом
	Наклонное под углом 60°
Наличие дополнительных приспособлений	
с нар. шунт.	Применение прибора возможно только с наружным шунтом (надпись встречается только на амперметрах постоянного тока)
доб. сопр. или	Прибор (вольтметр постоянного тока) применяется с наружным дополнительным сопротивлением
с нар. сопр. с тр. напр. 6600 : 110	Прибор (вольтметр переменного тока) применяется с измерительным трансформатором напряжения, понижающим напряжение с 6600 до 110
Классификация по степени точности	
0,2	Каждый класс приборов характеризуется наибольшей допустимой приведенной погрешностью, величина которой равна номеру класса. Если прибор не удовлетворяет классу 2,5, он считается внеклассным
0,5	
1,0	
1,5	
2,5	

ПРИЛОЖЕНИЕ

НОВАЯ СИСТЕМА НАИМЕНОВАНИЯ РАДИОЛАМП

В связи с тем, что приведенная в главе X система обозначений отечественных приемно-усилительных радиоламп не распространялась на металлические лампы, выпускаемые нашей электровакуумной промышленностью, теперь вводится новая единая система обозначений, охватывающая все виды электровакуумных приборов.

По новой системе обозначений наименования электровакуумных приборов составляются в порядке расположения знаков из следующих элементов:

1) для приемно-усилительных ламп и электронно-лучевых трубок — из цифры, указывающей округленно для первых — напряжение накала в вольтах и для вторых — диаметр трубки в сантиметрах;

2) из буквы, указывающей назначение прибора соответственно следующей классификации: без обозначения — приемно-усилительные, Г — генераторные длинноволновые (для длины волны, большей 12 м), К — генераторные ультракоротковолновые (для длины волны от 12 м до 50 см), В — выпрямительные, М — модуляторные, Р — газоразрядные приборы и релейные лампы, предназначенные, в основном, для предохранения электрических цепей от перенапряжений, Л — телевизионные, осциллографические и специальные трубки;

3) из буквы, указывающей на характерные конструктивные особенности прибора:

Д — диоды,

Х — двойные диоды,

С — триоды,

Э — тетроды,

П — окоичные пентоды и лучевые тетроды,

К — экранированные пентоды и лучевые тетроды с удлиненной характеристикой («варимю»),

Ж — экранированные пентоды и лучевые тетроды с нормальной характеристикой,

А — частотно-преобразовательные лампы с двумя управляющими сетками,

Р — триоды с одним или двумя диодами,

Б — пентоды с одним или двумя диодами,

- Н — двойные триоды,
 Ф — двойные пентоды и лучевые тетроды,
 Е — индикаторы настройки,
 Г — газотроны
 И — игнитроны,
 Т — тиратроны,
 О — осциллографы и кинескопы с электростатическим отклонением луча,
 К — кинескопы,
 И — иконоскопы и ортиконы;
 4) из цифры типового номера, для различения наименования неодинаковых приборов, имеющих в остальном (на местах 1, 2, 3 и 5) одинаковые обозначения;
 5) из буквы для обозначения внешнего оформления прибора, рода охлаждения — для мощных генераторных ламп и цвета свечения экрана электроннолучевых трубок — согласно следующей классификации:
 без обозначения — стеклянные лампы,
 Б — лампы с металлической оболочкой,
 Ж — лампы «жолудь»,
 П — пальчиковые лампы,
 Л — лампы с замком на ключе,
 Д — лампы с принудительным воздушным охлаждением,
 В — лампы с принудительным водяным охлаждением.

Электронно-лучевые приборы

- Б — с белым экраном,
 С — с синим экраном с длительным послесвечением,
 К — с экраном с малым послесвечением.
 без обозначения — иконоскопы и ортиконы.
 Примеры наименований:
 4С1 — приемно-усилительная лампа, триод с напряжением накала 4 в;
 6П6Б — приемно-усилительная лампа, пентод с металлической оболочкой и напряжением накала 6 в;
 30ВХ1 — приемно-усилительная лампа, выпрямительный двойной диод (двуханодный кенотрон) с напряжением накала 30 в;
 КЖ2 — генераторная лампа, пентод, предназначенная для генерирования ультракоротких волн;
 ВГ7 — выпрямительный газотрон;
 8ЛО1В — электронно-лучевая трубка, осциллограф с электростатическим отклонением луча, диаметром 8 см.
 В помещаемом ниже перечне наиболее употребительных приемно-усилительных радиоламп и кенотронов приведены их новые наименования.

Приемо-усилительные лампы

Новое наименование	Прежнее наименование	Новое наименование	Прежнее наименование
2С3	2А3	6А15Б	6SA7
2Ж2	2Ж2М	6Н10	6SC7
2К2	2К2М	6Ж17Б	6SJ7
2П3	СБ-258	6К17Б	6SK7
2П9	2П9М	6С4Б	6F5, 6Ф5
2С2	УБ-240	6П6Б	6F6, 6Ф6
4Ж5	СО-124, 4Ж5С	6Х6Б	6Н6, 6Х6М
4П1	СО-122, 4Ф5С	6П2	6V6-GT
6А8Б	6А8	25П1	25П1С
6А10	6SA7-GT	30П1	30П1М
6Ж14Б	6АС7	4С1	УБ-107
6Ж4Б	6А07	4С2	УБ-110
6Б8	6В8	4Э1	СБ-112
6Р7	6Q7-GT	4С5	СС-118
6Р7Б	6Q7, 6Г7	4П1	СО-122
6Е5	6Е5	4Ж5	СО-124
6Ж1Ж	954	4С3	УБ-132
6Ж7Б	6J7, 6Ж7	4Э2	СБ-147
6Ж8	Z-62	4Э3	СО-148
6К1Ж	956	2С1	УБ-152
6К7Б	6К7	2Э1	СБ-154
6К9	6К9М	2П2	СБ-155
6П3В	6L6, 6Л6С	4С4	УО-186
6А5Б	6L7, 6Л7	2С2	УБ-240
6Н7	6N7, 6Н7С	2А1	СБ-242
6Н8	6SN7-GT, 6Н8М	2Н1	СО-243
6Н9	6SL7-GT, 6Н9М	2П1	СБ-244
6П3	6П3С	2Э2	СБ-245
6С1Ж	955	2Ж4	СО-257
6С5Б	6С5	2П3	СБ-258
		4Н1	СО-259

Кенотроны

Новое наименование	Прежнее наименование
1ВД1	1Ц1
ВД8	2Х2/879
5ВХ1	5Ц4С
5ВХ3	5У4Г
6ВХ1	6Х5С
30ВД1	30Ц1М
30ВХ1	30Ц6С
4ВХ1	ВО-188
4ВД1	ВО-230
4ВХ2	ВQ-239

ЛИТЕРАТУРА

- Асеев Б. П., Основы радиотехники, Связьиздат, 1947.
- Бойч-Бруевич М. А., Излучение и распространение радиоволн, Связьиздат, 1934.
- Войшвилло Г. В., Питание радиоприемников и усилителей, Связьтехиздат, 1936.
- Востряков В. Б., Справочные материалы для коротковолновика, Осоавиахим, 1947.
- Герасимов С. М. Расчет радиоприемников, Радиоиздат, 1937.
- Гиикии Г. Г., Справочник по радиотехнике, Госэнергоиздат, 1948.
- Гинкин Г. Г., Катушки, Радиоиздат, 1938.
- Глейзерман А. Б., Основы практической радиотехники, ОНТИ, 1935.
- Дозоров Н. И., Расчет контуров высокой и низкой частоты, Радиоиздат, 1938.
- Жеребцов И. П., Основы радиотехники, Связьиздат, 1947.
- Изюмов Н. М., Курс радиотехники, Воениздат, 1947.
- Климов А. Н., Носовицкий Ю. Е., Ратнер А. В., Справочник по электропитанию установок связи, Воениздат, 1947.
- Левитин Е. А., Приемно-усилительные лампы, Радиоиздат, 1938.
- Левитин Е. А., Котик Я. А., Справочник по радиоприемникам, Госторгиздат, 1946.
- Ошеров В. Є., Живлення радіоприймачів, Держтехвидав України, 1947.
- Пистолькорс А. А., Антенны, Связьиздат, 1947.
- Рабчинская Г. И., Электроматериалы связи, Связьиздат, 1947.
- Темпер І. Ю., Детекторний радіоприймач, Держтехвидав України, 1946.
- Темпер І. Ю., Приймально-підсилювальні радіолампи, Держтехвидав України, 1947.
- Чечик П. О., Электроизолирующие материалы, Связьиздат, 1939.
- Журналы «Техника связи» за 1935—1936 гг.; «Радиофронт» за 1939—1941 гг.; «Радіо» за 1939 г.; «Радио» за 1946—1948 гг.
- Заводские описания радиоприемников.

Редактор канд. техн. наук *Н. Бова*
Технический редактор *И. Миневич*
Корректор *Н. Мойся*

БФ 02197. Зак. 111. Объем 23,25 п. л. + 1 вклейка. Уч.-изд. листов 32,23.
В одном печ. листе 54000 зн. Сдано в набор 11/III 1949 г. Подписано
к печати 6/IX 1949 г. Формат бумаги $84 \times 108^{1/32}$ Тираж 40000.

Типография 2-й полиграфшколы ФЗУ Укрполиграфиздата при СМ УССР.
Киев, Золотоворотская, 11