

~~0069596~~

А. С. БАЛАКШИН.

СПРАВОЧНИК ПО УСИЛИТЕЛЬНЫМ УСТРОЙСТВАМ ЗВУКОВОГО КИНО

Госкиноиздат

МОСКВА

1944

Депозитарий

А. С. БАЛАКШИН

СПРАВОЧНИК

ПО УСИЛИТЕЛЬНЫМ УСТРОЙСТВАМ
ЗВУКОВОГО КИНО

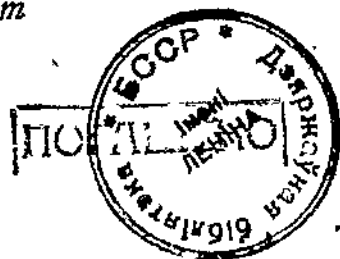
Издание 2-е
сокращенное и переработанное

130560.7

1968 К

РЕСПУБЛИКАНИЧЕСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

Госкиноиздат
МОСКВА
1944



ОТ АВТОРА

Книга «Справочник по усилительным устройствам звукового кино» является по существу вторым, изменённым изданием книги того же наименования, вышедшей в мае 1941 г.

Указанный «Справочник» нашёл тёплый приём среди читателей, но его тираж оказался абсолютно недостаточным, в связи с чем и выявилась необходимость в его перенздании.

Одновременно автор счёл возможным сократить объём книги, исключив описание типов усилительных устройств, которые либо совсем не пошли в производство (ПУ-14, ПУ-15 и др.) по причине войны, либо морально устарели (ПУ-2, ПУ-3 и др.) и с эксплуатации сняты.

Наряду с сокращением объёма пересмотрено описание УСУ-8, УСУ-11 и др., которые за эти годы прочно завоевали своё место в киносети и одновременно по этим устройствам накопился эксплуатационный опыт, который для читателей представляет значительный интерес.

Содержание книги не касается ремонта усилительных устройств (за исключением мелкого ремонта, доступного киномеханикам), полагая, что это дело ремонтных мастерских, имеющих соответствующее оборудование и квалифицированную рабочую силу. Вопросу ремонта автор посвящает специальную книгу «Ремонт усилительных устройств звукового кино», к которой и надлежит обращаться всем интересующимся.

Автор будет искренне благодарен товарищам, приславшим свои замечания и пожелания по содержанию книги (адрес: Москва 55, Сущёвский вал, д. 14/42, кв. 288, инж. А. Балакшину).

Апрель 1943 г.

ОТ АВТОРА

(К первому изданию „Справочника по усилительным устройствам звукового кино“)

Настоящая книга, задуманная автором как «Практический справочник по усилительным устройствам звукового кино», является попыткой оказать помощь киномеханикам в их практической работе.

«Справочник» рассчитан на киномехаников, имеющих некоторое знакомство с электро- и радиотехникой.

Наибольшее внимание уделено разделам: «Детали», «Фабричная усилительная аппаратура» и «Аварии».

Усилительная аппаратура описана лишь та, которая имеет наибольшее распространение и выпускается примерно с 1932 г.

Специфика данной книги не позволила автору осветить более полно ряд разделов; в то же время такие разделы, как «Заграничная аппаратура», совсем не описаны.

За ценные указания по содержанию книги автор выражает свою искреннюю благодарность коллективам киномехаников сектора просмотров Комитета по делам кинематографии при Совнаркоме СССР, ряду учащихся Учебного комбината Мосгоркино, киномеханикам Ленгоркино.

Считаю необходимым отметить, что отдельные разделы книги проработаны на основе методики, предложенной мне инж. К. А. Ламагиным, редактировавшим книгу.

За предоставление некоторых технических материалов автор выражает благодарность руководству Главного управления киномеханической промышленности и дирекции завода Лежневин.

Учитывая повизну данной работы и возможные в связи с этим недочёты и пробы в ней, автор будет искренне благодарен товарищам, приславшим свои замечания и пожелания по адресу: Москва, 55, Сушёвский вал, д. 14/42, кв. 288, инж. А. Балакшину.

Ноябрь 1939 г.

ГЛАВА I

ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЛАМПЫ

Электронные лампы в аппаратуре звукового кино имеют самое разнообразное применение и назначение: они используются для выпрямления переменного тока; посредством ламп осуществляется усиление входного напряжения, развиваемого фотоэлементом, микрофоном или адаптером; в оконечном каскаде лампы работают как относительно мощные источники тока звуковой частоты. Лампы используются также в генераторных схемах, генерируя токи повышенной частоты для питания лампы просвечивания.

Разнообразные применения и назначения электронных ламп привели к созданию целого ряда типов, каждый из которых выполняет строго определённые функции.

По признаку применения в звуковом кино электронные лампы разбиваются на следующие основные типы, предназначенные:

- 1) преимущественно для предварительного усиления (СО-118, ПО-119, 6Ф5, 6С5, 6Ж7, СО-124);
- 2) для работы в каскадах оконечного усиления и в качестве генераторных (УО-104, УО-186, УБ-180, 6Ф6, 6Л6);
- 3) для выпрямления высокого напряжения [ВО-176 (2В-400) ВО-188, 5Ц4, ВО-255, ВГ-161];
- 4) для выпрямления низкого напряжения (единственным представителем является тунгар типа ВГ-176).

УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМП

Внутри сделанного из стекла или металла баллона, из которого выкачан воздух до высокой степени вакуума (до 10^{-8} мм ртутного столба), на специальной armатуре смонтирован один (или несколько) электрод разнообразной конфигурации, внутри которого расположена нить накала (катод). Баллон лампы крепится на цоколе, имеющем то или иное количество штырьков (выводов). Для звукового кино применяются двух-, трёх-, четырёх- и пятиэлектродные лампы (включая сюда и катод).

В двухэлектродной лампе имеются анод и катод (рис. 1); в трёхэлектродных — анод, управляющая сетка и катод; в четырёхэлектродной (экранированная лампа) — анод, экранирующая/сетка, управляющая сетка и катод; в пятиэлектродной (пентод) — анод, противодинамовая сетка, экранирующая сетка, управляющая сетка и катод. Назначение электродов приведено ниже.

Напомним вкратце принцип работы электронной лампы. Для этого рассмотрим действие двухэлектродной лампы (обычно называемой кенотроном).

Действие кенотрона основано на том, что нагретый до определённой температуры катод излучает со своей поверхности электроны. Количество излучаемых электронов зависит от температуры катода и свойств его поверхности.

Вылетевшие из катода электроны, при отсутствии внешних электрических полей, израсходовав энергию, запасённую ими при вылете, будут стремиться вернуться обратно на нить; таким образом вокруг нити (катода) образуется своеобразное, носящее название пространственного заряда, облачко электронов, которое непрерывно пополняется вновь вылетающими электронами.

Если между анодом и катодом приложить напряжение, то, в зависимости от полярности приложенного напряжения, анод получит относительно катода положительный или отрицательный потенциал. При отрицательном потенциале анода

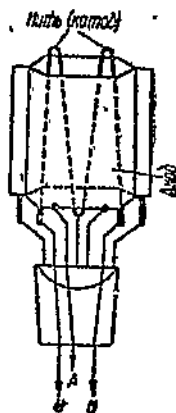


Рис. 1. Устройство кенотрона

электроны будут испытывать противодействие в своём движении и, следовательно, тока в цепи не будет. При положительном потенциале анода он воздействует на электроны, сообщая им известное ускорение, так что электроны устремляются на анод, и в цепи установится электрический ток.

Мы видим, таким образом, что катод является источником электронов, что и определяет его значение в конструкции электронной лампы.

КАТОД. В качестве основного материала для катода применяется вольфрам. Раньше применялись нити накала из чистого вольфрама, и, чтобы получить значительное излучение электронов, приходилось затрачивать много электроэнергии.

От вольфрамовых нитей отказались из-за их неэкономичности. В настоящее время в звуковом кино получили широкое распространение электронные лампы с оксидированным и бариевым катодом.

Оксидный катод изготавливается путём нанесения слоя окиси щелочно-земельных металлов (например, бария, стронция, кальция и др.) на поверхность платиновой или никелевой проволоки. Примером ламп с оксидным катодом могут служить типы ламп ПО-119, СО-118, УО-104 и т. д.

Перекаливать нить накала оксидных ламп нельзя: произойдёт осыпание слоя оксида и лампа не будет работать, хотя нить её и накаливается.

Бариевый катод изготавливается путём осаждения на омеднённый вольфрамовый катод паров бария, который распыляется прогреванием электронной лампы в поле высокой частоты. В результате на поверхности вольфрамового катода образуется корка из окиси бария и сплава бария с медью.

Бариевые катоды не боятся перегрева (допускают кратковременные перегревы почти до двойного против нормального напряжения накала) и имеют большую удельную эмиссию и долговечны; эти качества ставят лампы с бариевыми катодами на одно из первых мест.

В качестве примера электронных ламп с бариевым катодом можно указать на лампу типа УБ-180, которая применяется в усилительных устройствах типа УСУ-6 и УСУ-7 завода Ленкинап.

КОНСТРУКЦИЯ КАТОДОВ. По конструкции катодов электронные лампы делятся на два типа: лампы прямого накала и лампы косвенного накала (подогревные). В аппаратуре звукового кино применяются оба эти типа.

Лампы прямого накала, имея сравнительно тонкую нить, обладающую недостаточной тепловой инерцией, при питании их непосредственно от сети переменного тока через понижающий трансформатор вызывают в громкоговорителях помехи. Вследствие этого в предварительных каскадах усилительных устройств лампы прямого накала не применяются. Они нашли применение лишь в оконечных каскадах, где малое значение коэффициента усиления, с одной стороны, и способ включения (от накальной обмотки трансформатора, питающего лампы оконечного каскада, выведена «средняя точка»), с другой — позволяют иметь малый уровень помех, практически не нарушающий качества воспроизведения.

Лампы косвенного накала (подогревные) изготавливаются двух типов.

Тип первый (рис. 2). В фарфоровом цилиндрике, имеющем два канала, проходит вольфрамовая нить, покрытая сверху слоем алюминия (служит для предохранения вольфрама от разряда веществами, входящими в состав фарфора); нить питается переменным током соответствующего напряжения; поверх фарфорового цилиндрика надета никелевая трубка, на которую нанесён слой оксида; от никелевой трубки, выполняющей роль катода, к штырьку цоколя лампы сделан вывод. Так как фарфоровый цилиндрик обладает значительной тепловой инерцией, то для его разогрева требуется некоторый промежуток времени (до 1 минуты).

К недостаткам описанного типа подогревного катода, помимо разряда вольфрама, необходимо отметить: размягчение фарфора и ухудшение его изоляционных качеств, что приводит к увеличению помех.

Тип второй (новый тип). В последнее время в подогревных лампах применяется так называемый «алундовый» катод. Вольфрамовая нить покрывается тестообразной массой из алундового порошка и подвергается сушке; после этого нить вставляется в никелевую оболочку (цилиндрик того или плоского сечения), покрытую оксидным слоем; так же, как и в первом типе, от никелевой оболочки, выполняющей роль катода, сделан соответствующий вывод наружу лампы. На разогрев алундового катода также требуется некоторое время. Однако алундовый катод не имеет описанных выше недостатков катода первого типа.

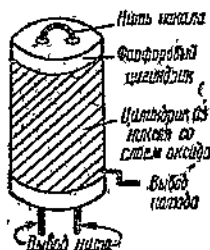


Рис. 2. Устройство катода подогревной лампы

УРОВЕНЬ ПОМЕХ ЛАМП

Несмотря на применение во всех типах ламп предварительного усиления косвенного накала, лампы при питании накала переменным током создают на выходе усилительного устройства определённый уровень помех, т. е. во включённом на выход устройстве громкоговорителе прослушивается гудящий звук низкого тона, накладывающийся на воспроизводимый звук.

Существование до последнего времени типы ламп СО-118, ПО-119, СО-124, СО-182 и т. д. обладали достаточно высоким уровнем помех; в результате приходилось мириться с достаточно громким «фоном» или же лампы первых каскадов усилителя приходилось питать постоянным током от низковольтной динамомашинки постоянного тока (в усилительном устройстве УСУ-9) или от низковольтного выпрямителя (в усилительном устройстве УСУ-3). В лампах металлической серии (6Х17, 6С5, 6Ф5, 6К7) уровень собственных помех значительно ниже; поэтому их можно питать непосредственно переменным током, не опасаясь большого уровня помех даже при большом усилении устройства.

Заметим, что при питании ламп с косвенным накалом последний необходимо обязательно заземлять; в лампах старого типа заземление производилось через потенциометр (последний иногда называют «средней точкой»), движок которого соединялся с «землей» (рис. 3).

Необходимо указать, что потенциометр, имея недостаточно совершенную конструкцию (см. рис. 416), является причиной появления помех.

В лампах металлической серии заземление осуществляется посредством соединения средней точки накальной обмотки с землей.

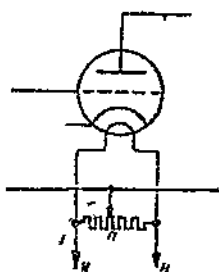


Рис. 3. Поворотом движка потенциометра *П* можно фон свести до минимума



Рис. 4. Способ вставления лампы

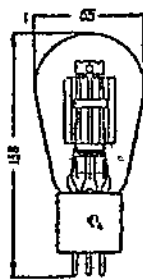


Рис. 5. Общий вид кенотрона типа 2В-400

ЦОКОЛЕВКА ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМП. Большинство электронных ламп, применяемых в звуковом кино, имеет цоколь, сделанный из карболита. На его основании располагаются штырьки, служащие для соединения электродов лампы с гнездами ламповой панельки. Расположение штырьков таково, что лампу можно вставить в ламповую панельку лишь при определённом положении, — это предохраняет лампу от случайного перегорания.

Необходимо иметь в виду, что в панельках, применяемых в аппаратуре звукового кино, часто имеется наличие плохого контакта между штырьками лампы и гнездами ламповой панельки. В результате при работе усилительного устройства прослушиваются трески, шорохи и свисты.

Лампу нужно вставлять в ламповое гнездо так, как указано на рис. 4. Цоколёвка ламп приведена на рис. 28, а расположение гнезд на ламповой панельке и их расстояние друг от друга приведены на рис. 31.

ЛАМПОВЫЕ ПАНЕЛЬКИ

Ламповые панельки обычно изготавливаются из пластмассы или гетинакса.

Первый тип панельки (четырёх- и пятиштырьковые панельки, применяемые, например, в выпрямителе типа ВЗК-9, фотокаскаде ФЗК-9 и др.) часто обладает существенными недостатками: значительной утечкой, небеспеченностью надёжного контакта (это особенно относится к панелькам завода Ленкинап, применяемым, в частности, в УСУ-8, ПУ-12, ПУ-13 и др.). Появление помех при работе усилительных устройств в первую очередь может вызываться недоброкачественными панельками.

Второй тип панельки весьма не надёжен в механическом отношении (отламываются штырьки) и часто пробиваются (это относится к усилительным устройствам,

например, УСУ-8, ТУПТ-3 и др., где применяются лучевые лампы типа 6Л6). Кроме того часто при неправильном вставлении ламп металлической серии портится изоляционная панелька (направляющее отверстие).

ВАКУУМНЫЕ ВЫПРЯЖИТЕЛЬНЫЕ ЛАМПЫ

Вакуумные выпрямительные лампы (кенотроны), применяемые для выпрямления переменного тока высокого напряжения, характеризуются: 1) внутренним сопротивлением или обратной ему величиной — крутизной; 2) максимально допустимым импульсом тока через анод; 3) величиной обратного напряжения.

Внутреннее сопротивление характеризует величину анодного тока, протекающего в цепи при данном анодном напряжении.

Обратная сопротивлению величина (крутизна) показывает изменение анодного тока при данном изменении анодного напряжения.

При выпрямлении сопротивление кенотрона непосредственно влияет на величину выпрямленного напряжения при заданной нагрузке. Чем сопротивление кенотрона больше, тем меньше при заданном выпрямляемом напряжении величина выпрямленного напряжения, а следовательно, тем выше должно быть взято выпрямляемое напряжение при заданном выпрямленном напряжении.

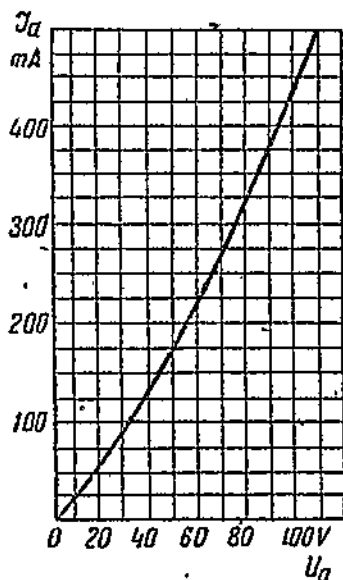


Рис. 6. Характеристика кенотрона 2В-400 (ВО-116)
 $I_a = f(U_a)$; $U_f = 4V$

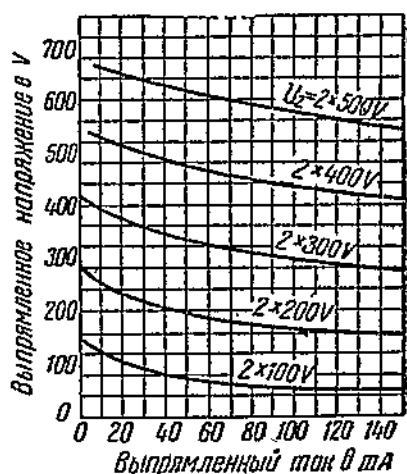


Рис. 7. Динамические характеристики кенотрона 2В-400
Условия: $U_f = 4V$; $C = 4\mu F$

Так например, используя в выпрямителе устройства ПУ5-3 вместо кенотрона ВО-116 кенотрон типа ВО-188, обладающий меньшим сопротивлением, получаем при неизменной нагрузке и том же силовом трансформаторе повышение выпрямленного напряжения порядка на 20 — 30 В.

Величину допустимой нагрузки выпрямителя при заданном выпрямленном напряжении устанавливают по величине допустимого импульса тока через анод. В некоторых случаях максимально допустимый импульс тока задается в скрытом виде указанием на величину выпрямленного тока при максимально выпрямленном напряжении.

Так например, для кенотрона ВО-188 указывается величина максимального выпрямленного тока, которая составляет 150 мА при напряжении 500 В.

Если выпрямленное напряжение снизить, то можно при том же импульсе анодного тока получить большее значение выпрямленного тока.

Так например, в устройстве ПУ-12 выпрямленный ток составляет 165 мА при выпрямленном напряжении 360 В; подсчеты показывают, что при этом соотношении тока и напряжения величина импульса тока через анод даже несколько меньше допустимой.

Величина обратного напряжения кенотрона указывает, какое максимальное значение выпрямленного напряжения можно получить, применяя данный тип кенотрона.

При работе кенотрона на фильтр, начинающийся с ёмкости, падение напряжения на нём при отрицательном полупериоде достигает удвоенной величины напряжения повышающей обмотки силового трансформатора за счёт того, что в это время осаждаются напряжения обмотки и напряжения на конденсаторе фильтра.

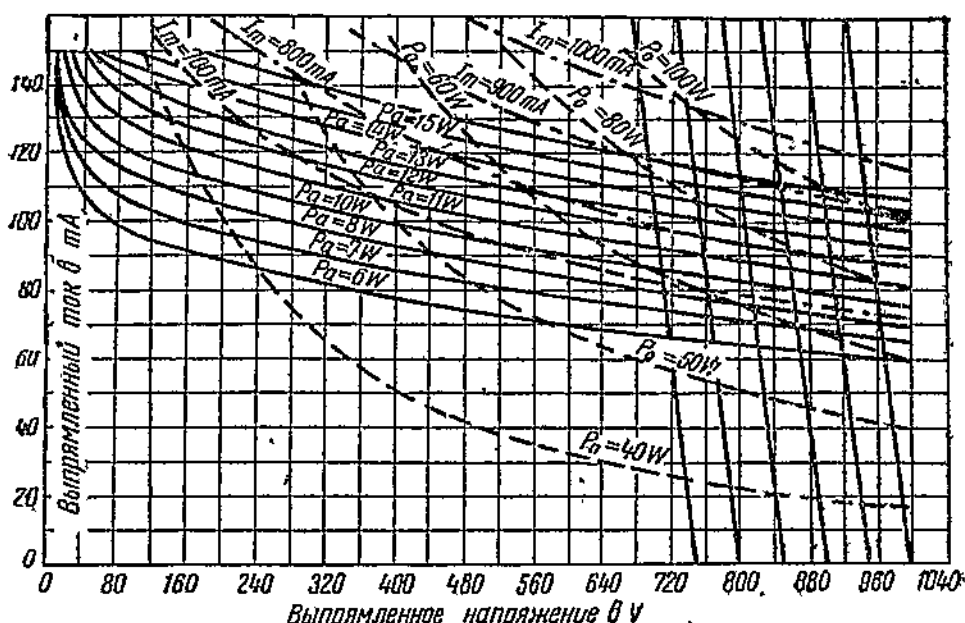


Рис. 8. Диаграмма режимов работы кенотрона 2B-400

Так например, для кенотрона 5Ц4 (стр. 31) максимальная величина обратного напряжения составляет 1100 В; это означает, что действующее значение напряжения, на которое рассчитывается повышающая обмотка силового трансформатора

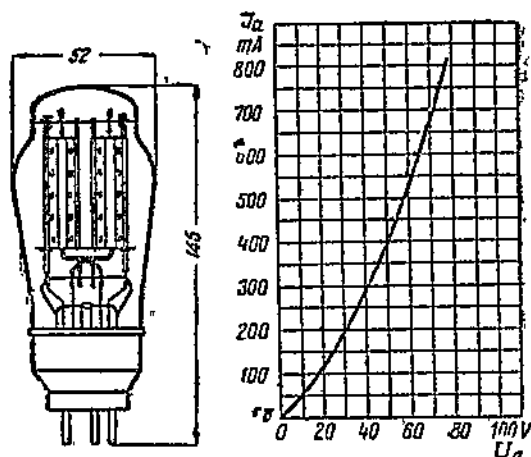


Рис. 9. Общий вид кенотрона типа 2B-188

Рис. 10. Кенотрон 2B-188
 $I_a = f(U_a)$; $U_f = 4V$

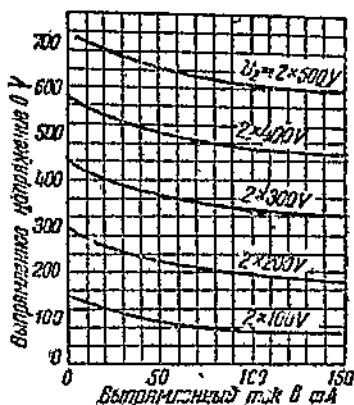


Рис. 11. Динамические характеристики кенотрона 2B-188
Условия: $U_f = 4V$; $C = 4 \mu F$

матора (половина обмотки при двухполупериодной схеме), не должно превышать 400 В. Действительно, максимальная величина обратного напряжения в этом случае составит: $U_{max} = 2 E_p \cdot 1,4 = 800 \cdot 1,4 = 1120 V$ (множитель 1,4 взят потому, что нужно перейти от действующего значения напряжения к амплитудному).

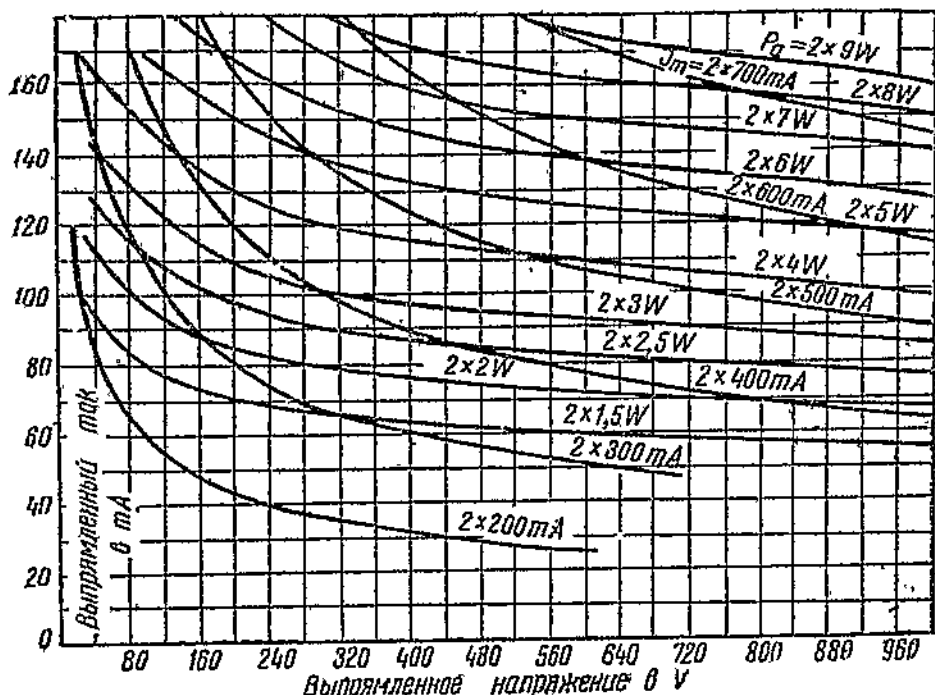


Рис. 12. Диаграмма режимов работы кенотрона БО-188
Зависимость $I_{med} = f(E_{med})$ при $P_a = \text{const}$; $I_m = \text{const}$

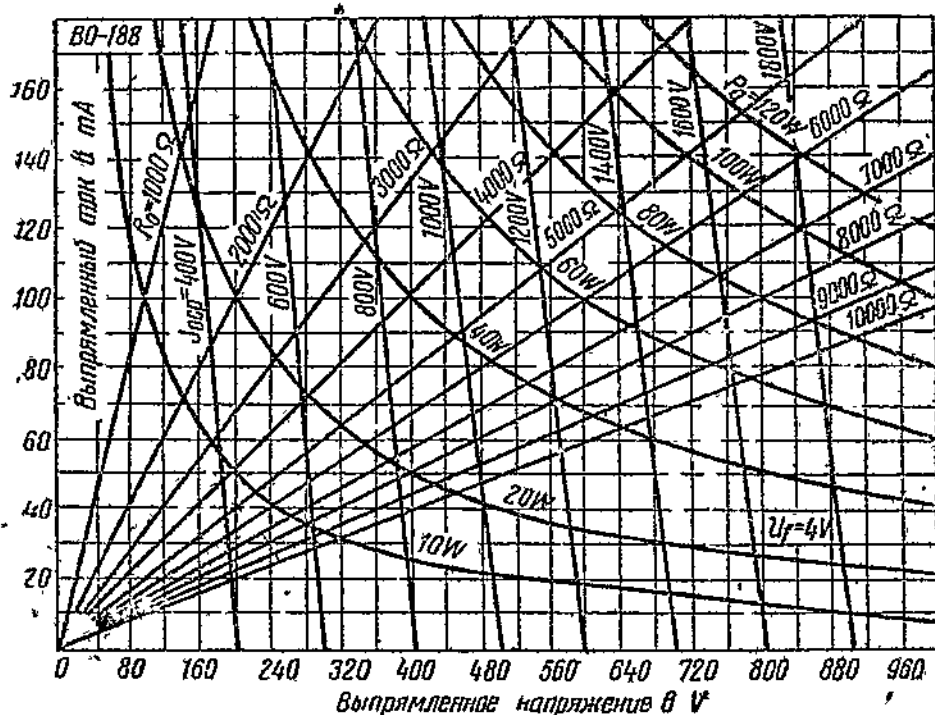


Рис. 13. Диаграмма режимов работ кенотрона типа БО-188
Зависимость $I_{med} = f(E_{med})$ при $U_{обр} = \text{const}$; $P_a = \text{const}$; $R_a = \text{const}$

Кенотроны, применяемые в выпрямительных устройствах звукового кино (прямого накала)

Наименование	Тип кенотронов			
	2В-400 (В0-110)	В0-188	В4-200 ¹⁾ (В-17)	В4-201 ¹⁾ (В-128)
Тип цоколя ²⁾	Е	Е	З	З
Размеры:				
длина (мм)	158	145	225	450
диаметр (мм)	65	52	90	200
Тип катода	Прямого накала			
Напряжение накала (V)	4,0	4,0	11,0	11,0
Ток накала (А)	2,0	2,2	3,5	6,8
Напряжение трансформатора максимум (действующее значение) (V)	400-0-400	500-0-500	0-1500	0-1500
Максимально отдаваемый выпрямленный ток (А)	115	150	200	200
Средний срок службы (час.)	500	500	200	1000
В каких типах аппаратуры применяется	ПУ-2; ПУ-3; ПУ4-3; ПУ5-3; УК-25; В-2; ВВ-2; ВЗК-9; ВЗК-3;	УКМ-25; ПУ-9; ПУ-10; ПУ-12; ПУ-13; ВЗК-5;	ВУП-30	ВУО-30-11

ГАЗОВЫЕ ДВУХЭЛЕКТРОДНЫЕ ЛАМПЫ (ГАЗОТРОНЫ). Особенности конструкции газотронов определяют собой весьма существенное отличие их работы по сравнению с кенотронами: благодаря ионизации газа (пары ртути в высоковольтном газотроне типа ВГ-161; аргон — в низковольтном газотроне типа ВГ-176), содержащегося в колбе газотрона, падение напряжения на нём почти не зависит от величины нагрузки, составляя примерно 14 В.

Это обстоятельство (чрезвычайно благоприятное с точки зрения независимости выпрямленного напряжения от нагрузки) представляет и известные неудобства, связанные с тем, что фильтр газотронного выпрямителя должен обязательно начинаться с дросселя.

Крупным недостатком высоковольтного газотрона является необходимость предварительного прогрева катода перед включением высокого напряжения; в противном случае катод быстро разрушается.

Величина обратного напряжения у газотронов составляет от 1500 до 15 000 В; поэтому его можно использовать для выпрямления очень высоких напряжений.

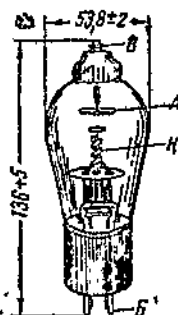


Рис. 14. Общий вид высоковольтного газотрона типа ВГ-161

А — анод;
К — катод;
В — вывод анода;
Б — вывод катода

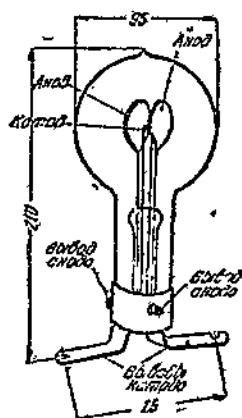


Рис. 15. Общий вид тунгара ВГ-176

¹⁾ Кенотрон одноанодный.

²⁾ Цоколёвка приведена на рис. 28.

Газотрон типа ВГ-161 (рис. 14), используемый в мощных усилителях (УСУ-7), характеризуется следующими данными:

Величина выпрямленного тока	0,3 А
Величина обратного напряжения	2500 В
Напряжение накала	2,5 В
Ток накала	6 А
Время прогрева катода	3 мин.
Средний срок службы	1500 час.

Низковольтный газотрон с наполнением колбы аргоном отличается по своим свойствам от высоковольтного только тем, что он не требует предварительного прогрева катода; благодаря этому можно включать выпрямляемое напряжение одновременно с напряжением накала: ионизация аргона происходит при нормальной температуре служебных помещений, а следовательно, при включении ионизация наступает мгновенно.

Наиболее распространенным низковольтным газотроном, который носит название тунгар, является тип ВГ-176 (рис. 15). Его данные следующие:

Напряжение накала	2,5 В
Ток накала	11 А
Максимально допустимое напряжение между анодами	150 В
Максимально выпрямленное напряжение	60 В
Максимально выпрямленный ток	0,6 А
Падение напряжения на тунгаре	14 В
Срок службы	1000 час.

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА МНОГОЭЛЕКТРОДНЫХ ЛАМП

Основные свойства многоэлектродных ламп (триодов, экранированных ламп-пентодов) определяются путём снятия по схеме рис. 16 семейства характеристик следующим образом.

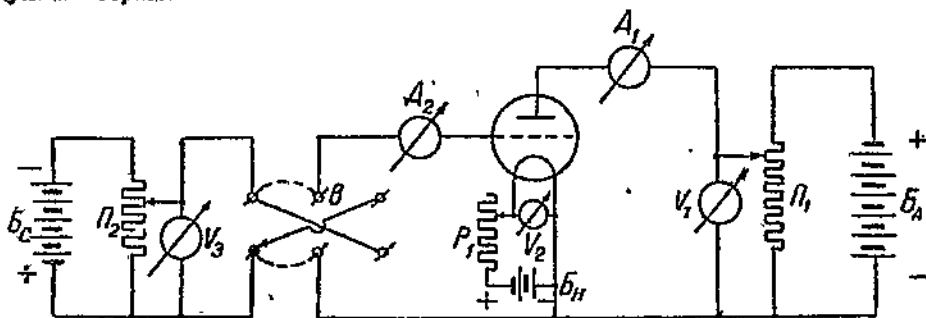


Рис. 16. Схема для снятия характеристик электронных ламп

Потенциометр P_2 служит для регулировки величины анодного напряжения; для его установки служит вольтметр V_1 . Напряжение накала лампы B_n , регулируемое реостатом P_1 , устанавливается по прибору V_3 .

Напряжение на сетке лампы, регулируемое потенциометром P_1 , устанавливается по вольтметру V_2 . Для переключения полюсов батарей B_c сеточной цепи служит двухполюсный переключатель B . В положении переключателя, соответствующем замыканию средних и левых контактов, на сетку подается от батарей B_c отрицательное смещение; если замыкаются средние и правые контакты переключателя, смещение будет положительным.

Отсчёт величины анодного тока производится по прибору A_1 , включённому в анодную цепь лампы. Отсчёт величины сеточного тока производится по прибору A_2 (микроамперметр).

При снятии характеристик многоэлектродных ламп схема дополняется источником напряжения и соответствующими измерительными и регулируемыми устройствами для питания экранирующей сетки.

На рис. 17 изображены типовые характеристики трёхэлектродных ламп — кривые зависимости анодного тока от напряжения на сетке при нескольких значениях анодного напряжения. Рис. 18 и 19 дают зависимость анодного тока от напряжения на аноде при нескольких значениях сеточного напряжения. Характеристики,

изображённые на рис. 17 и 18 (или 19), не являются независимыми: имея в своём распоряжении одно семейство, можно получить другое путём простейшей перестройки характеристик.

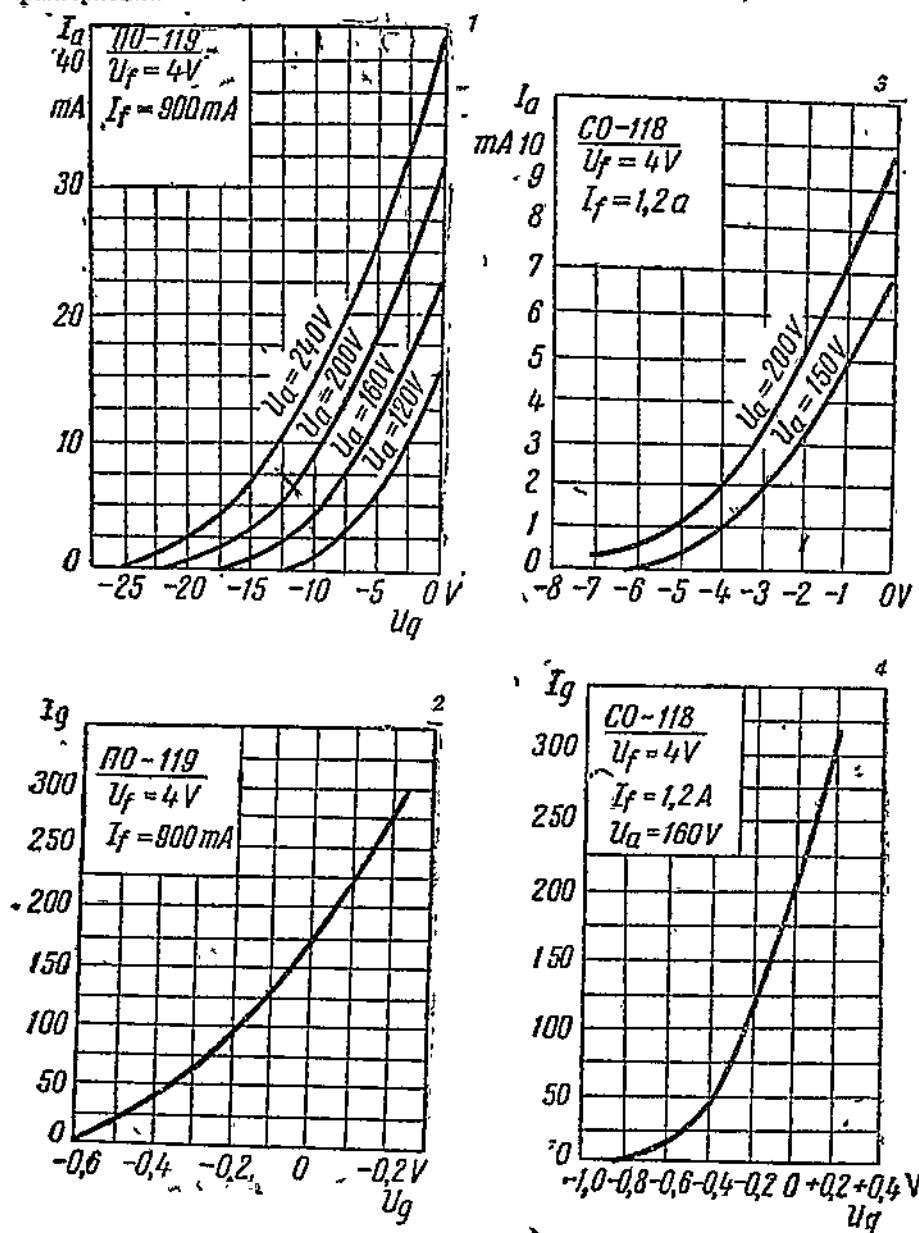


Рис. 17. Типовые характеристики трёхэлектродных ламп

1 и 3 — характеристики анодного тока; 2 и 4 — характеристики сеточного тока

Использование того или иного вида семейства определяется исключительно соображениями удобства вычислений и графических построений.

Для графического определения мощности, которую можно снять с лампы, удобнее пользоваться семейством характеристик (рис. 18 и 19), поэтому для лампы оконечного каскада приводятся обычно этого типа семейства.

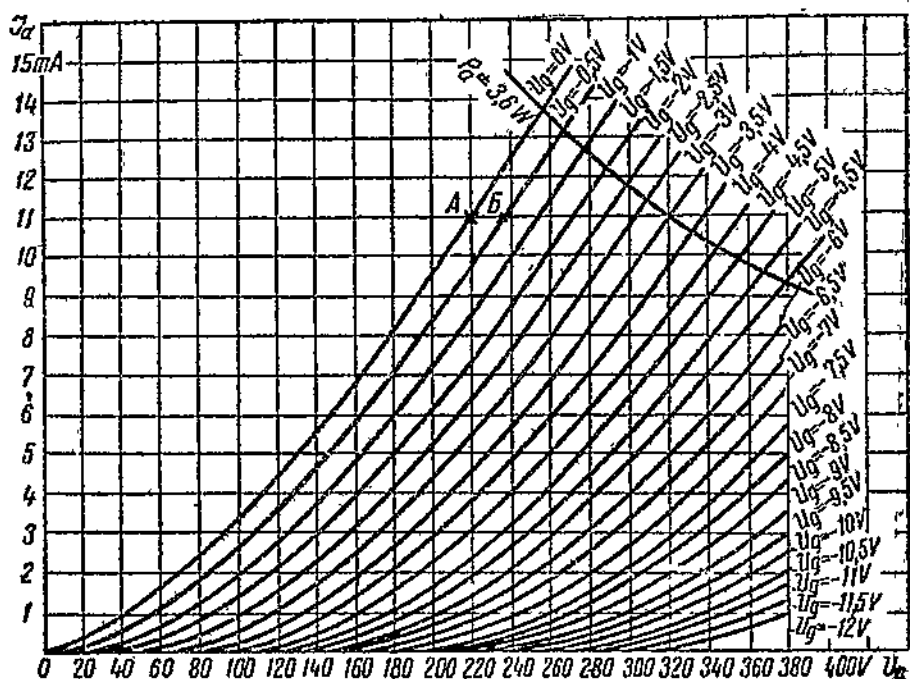


Рис. 18. Зависимость анодного тока от напряжения на аноде электронной лампы СО-118

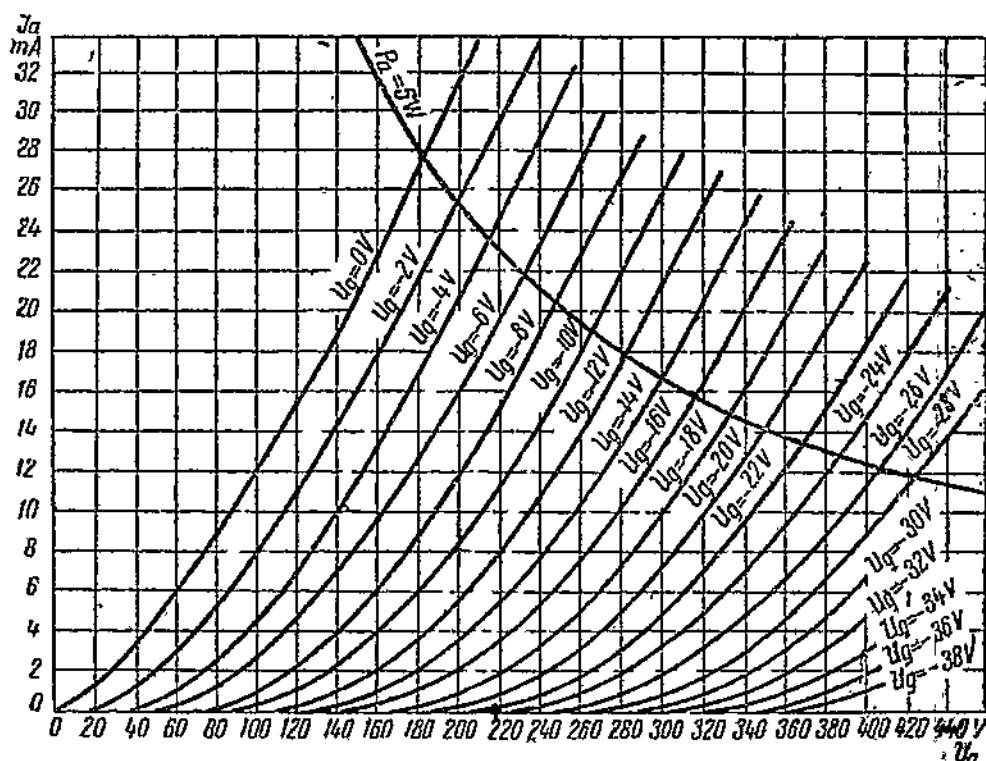


Рис. 19. Зависимость анодного тока от напряжения на аноде электронной лампы ПО-119

Для определения параметров лампы обычно используют семейства, изображённые на рис. 20; поэтому для ламп, используемых в каскадах предварительного усиления, приводят это семейство характеристик.

ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМП. Определение параметров по семейству характеристик анодного тока в зависимости от изменения сеточного напряжения производится по так называемому характеристическому треугольнику.

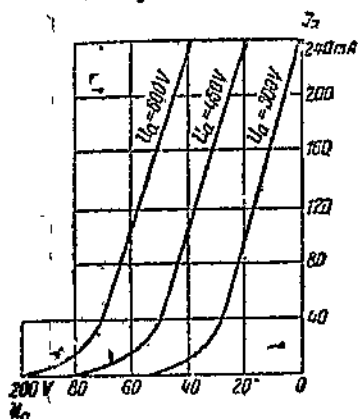


Рис. 20. Сеточные характеристики электронной лампы типа УБ-180

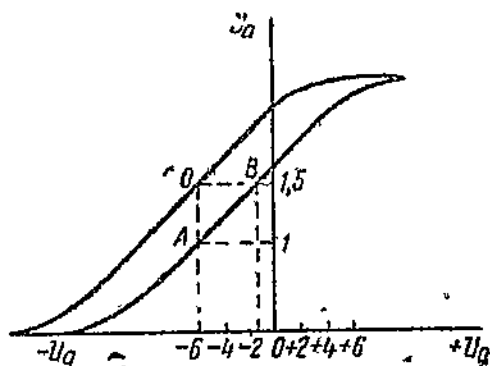


Рис. 21. Семейство характеристик

Крутизна характеристики электронной лампы определяется как отношение катетов треугольника AOB (рис. 21):

$$S = \frac{AO}{OB} = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_g} \quad (1)$$

Коэффициент усиления лампы определяется как отношение приращения анодного напряжения $U_{a1} - U_{a2}$ к приращению сеточного напряжения

$$\mu = \frac{U_{a1} - U_{a2}}{\Delta U_g} = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_g} \quad (2)$$

Внутреннее сопротивление обычно определяется расчётом из известной формулы Баркгаузена

$$R_i = \frac{\mu}{S} \quad (3)$$

По характеристикам сеточного тока можно судить о том, как нагружает сеточная цепь лампы источник напряжения звуковой частоты. Из кривых, представленных на рис. 22, видно, что при отрицательном смещении сеточная цепь практически не нагружает источника напряжения; даже в случае маломощного источника напряжения звуковой частоты в сеточной цепи будет равно практически э. д. с. источника. Если отрицательное смещение недостаточно (о способах смещения см. стр. 108) и тем более, если смещение положительно, цепь сетки значительно подгружает источник напряжения звуковой частоты во время положительного полупериода, т. е. тогда, когда мгновенное значение на сетке оказывается положительным относительно катода. При отрицательном полупериоде сеточная цепь тока не потребляет, а следовательно, нагрузки в это время не создаётся. В результате мы имеем несимметричную нагрузку источника напряжения звуковой частоты: при положительном полупериоде относительно большую, при отрицательном полупериоде — практически отсутствующую. В случае маломощного источника (например, лампы предшествующего каскада) напряжение в сеточной цепи будет несимметричным. Положительный полупериод будет иметь вид искажённой синусоиды, а отрицательный сохранит форму э. д. с. источника — форму правильной синусоиды.

Форма кривой напряжения для рассматриваемого случая представлена на рис. 23: напряжения на сетке сильно отличается по форме от синусоиды, что указывает на возникновение больших искажений при работе с сеточными токами.

Именно это обстоятельство вынуждает выбирать режим усилительной лампы с таким расчётом, чтобы исключить возникновение сеточного тока; иными словами, необходимо обеспечить отрицательное смещение сетки относительно катода. Как указано ниже, все электронные лампы в усилительных схемах работают с отрицательным смещением на сетке.

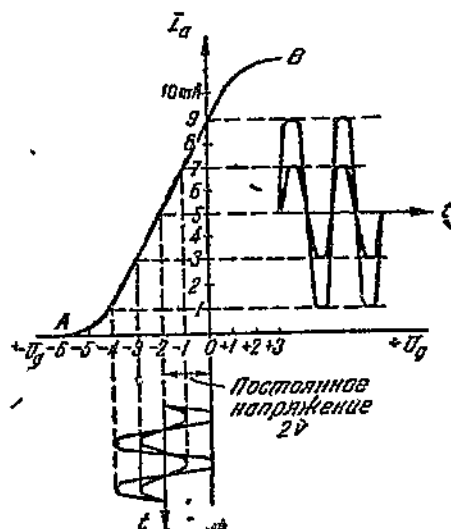


Рис. 22. Кривая зависимости анодного тока от приходящего сигнала на сетку лампы (случай работы без искажений)

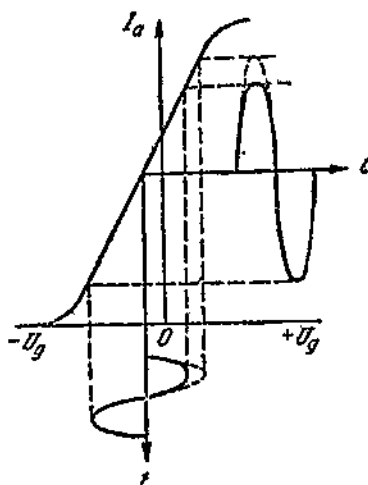


Рис. 23. Кривая зависимости анодного тока от приходящего сигнала на сетку лампы (случай работы с искажениями)

Характеристики многоэлектродной лампы представлены на рис. 24. Отличие их от характеристик трехэлектродных ламп заключается в том, что определённому напряжению на экранирующей сетке (экранной сетке) соответствует своё семейство характеристик.

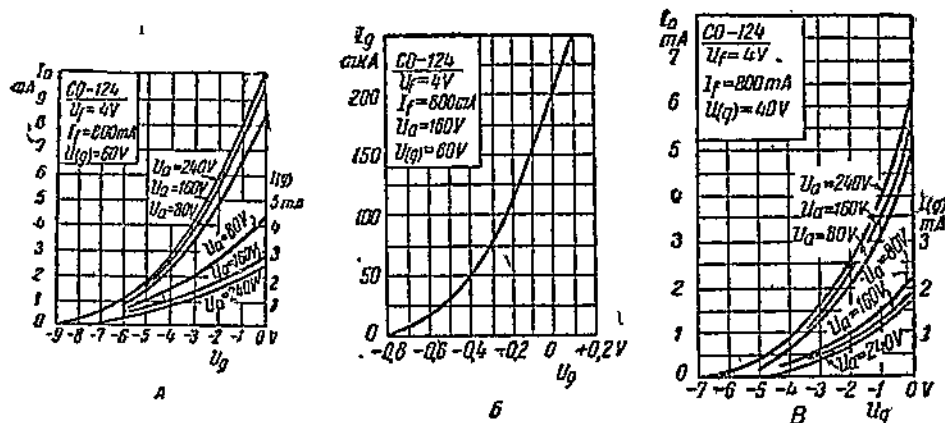


Рис. 24. (А, Б, В) — характеристики экранированной лампы типа CO-124

Напомним, что семейство характеристик анодного тока в зависимости от анодного напряжения характеризуется для экранированных ламп наличием «седла» у характеристик, что не даёт возможности использовать экранированную лампу в оконечном каскаде, где переменное напряжение в анодной цепи относительно велико. Причина появления «седла» у характеристики экранированной лампы определяется явлением вторичного излучения. В экранированной лампе электроны, попадая с большой скоростью на анод, вырывают с его поверхности так называемые вторичные электроны (само явление носит название динаatronного эффекта), которые, обладая

некоторой скоростью вылета, попадают в ускоряющее поле, создаваемое экранирующей сеткой. Если напряжения на аноде и на экранирующей сетке близки по величине, может оказаться, что увеличение анодного напряжения вызовет уменьшение анодного тока, так как при этом часть электронов, попадающих на анод, не используется благодаря обратному движению электронов с анода на экранирующую сетку.

Для предотвращения этого явления между анодом и экранирующей сеткой располагают еще один электрод, так называемую противодинаatronную сетку, присоединяемую обычно к катоду внутри электронной лампы при её изготовлении. При таком устройстве вторичные электроны, обладая относительно малой скоростью вылета, не могут преодолеть отрицательного поля, существующего между анодом и противодинаatronной сеткой, и вынуждены вернуться на анод.

Другим решением устранения «седла» в характеристике является конструкция, осуществлённая в электронной лампе 6ЛБ (см. стр. 28).

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ МНОГОЭЛЕКТРОДНЫХ ЛАМП характеризуются: 1) мощностью, рассеиваемой на аноде; 2) допустимой величиной анодного напряжения.

Мощность рассеивания на аноде. При работе электронной лампы на её аноде рассеивается определённая мощность. Это явление связано с тем, что электроны, двигаясь под влиянием ускоряющего поля анода, запасают некоторую энергию, которую электроны при ударе об анод полностью ему отдают. Чем больше количество электронов, ударяющихся в единицу времени об анод, и чем выше их скорость (а следовательно, чем выше анодное напряжение), тем большая мощность рассеивается на аноде.

Таким образом, мощность, рассеиваемая на аноде, пропорциональна силе анодного тока (количеству электронов, попадающих в единицу времени на анод) и величине анодного напряжения, что выражается формулой

$$P = U \cdot I, \quad (4)$$

где P — рассеиваемая мощность в ваттах;
 U — напряжение между анодом и катодом;
 I — анодный ток в амперах.

Под влиянием рассеиваемой на аноде лампы мощности температура анода, а с ним и других электродов, повышается. Если значение мощности превзойдёт известную величину, температура электродов достигнет опасной для них величины, и лампа выйдет из строя. Поэтому для ламп (особенно оконечного каскада) всегда указывают максимально допустимую величину рассеиваемой мощности, при которой лампа не выходит из безопасного для неё режима.

Из выражения (4) для рассеиваемой мощности видно, что её величина зависит от произведения напряжения на силу тока, поэтому, увеличивая одну из величин, необходимо уменьшить другую.

Например, для лампы УО-186 рассеиваемая мощность не должна превышать 15 Вт, что при напряжении 375 В соответствует току в 40 мА; если взять напряжение 270 В, то сила тока может составить примерно 55 мА (последний режим соответствует режиму в усилительном устройстве ПУ-12, первый режим — в усилительном устройстве УСУ-5).

Наряду с величиной допустимого рассеяния на аноде лампы характеризуются также величиной максимального напряжения, которую они в состоянии длительно выдерживать. При превышении этого напряжения возможны пробой между анодом и катодом или же возникновение между ними проводящего пути; в том и другом случае лампы быстро выходят из строя.

Многоэлектродные лампы характеризуются кроме того максимальным напряжением на экранирующей сетке и величиной мощности, которую можно рассеивать на ней.

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ ЛАМП

В практике усилительной аппаратуры звукового кино часто приходится в оконечных каскадах для получения большей мощности включать электронные лампы параллельно (рис. 26).

В этом случае имеем:

$$S_n = n \cdot s,$$

где S_n — крутизна характеристики нескольких ламп; s — крутизна характеристики одной лампы; n — число параллельных ламп.

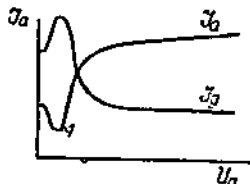


Рис. 25. Характеристики экранированной лампы
 1 — «седло»

Коэффициент усиления — μ нескольких параллельно включенных ламп равен соответствующим величинам одной из включенных ламп.

Ток насыщения n включенных ламп в n раз больше тока насыщения для одной лампы.

Внутреннее сопротивление параллельно включенных n ламп в n раз меньше сопротивления одной лампы.

При параллельном включении электронных ламп желательно подобрать лампы с одинаковыми параметрами.

Практически при параллельном включении ламп (например, в плечах пуш-пулла) лампы подбираются по величине анодного тока.

Если ток в каждом плече пуш-пулла одинаков, то лампы подобраны правильно и схема будет работать нормально.

Первым примером параллельного включения электронных ламп может служить оконечный каскад усилителя УЗК-9, в котором в каждом плече пуш-пулла включено по две лампы типа УО-104 (рис. 190).

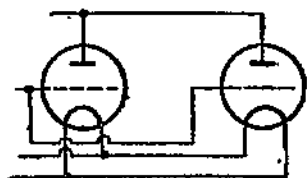


Рис. 26. Параллельное включение ламп

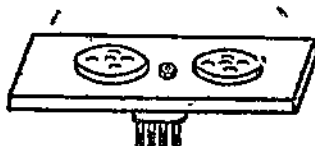


Рис. 27. Колодка для параллельного включения ламп

Пример второй. В том же усилителе УЗК-9 в третьем каскаде стоит лампа типа ПО-119. Очень часто кинемеханики вместо этого типа лампы ставят одну лампу типа СО-118. Этого делать не рекомендуется, так как параметры ламп ПО-119 и СО-118 отличаются друг от друга (табл. 2).

Заменяв лампу ПО-119 лампой СО-118, тем самым нарушают режим третьего каскада усилителя УЗК-9.

В случае отсутствия лампы ПО-119 необходимо применить две лампы типа СО-118, включив их между собой в параллель.

В этом случае мы будем иметь:

Таблица 3

Лампа ПО-119 (одна)	Лампы СО-118 (две в параллель)	Лампа СО-118 (одна)
$\mu=12$	$\mu=34$	$\mu=34$
$S=1,7 \text{ mA/V}$	$S=3,5 \text{ mA/V}$	$S=1,75 \text{ mA/V}$
$R_i=7000 \Omega$	$R_i=9500 \Omega$	$R_i=19000 \Omega$

Мы должны обратить особое внимание на внутреннее сопротивление. Из вышеприведенных данных мы видим, что, включив две лампы СО-118 в параллель, мы тем самым приближаемся к значениям лампы ПО-119.

Для включения двух ламп СО-118 в параллель должна быть применена специальная колодка. Одна из возможных конструкций колодки изображена на рис. 27.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ЛАМПЫ

У обычных стеклянных (имеющих стеклянный баллон) электронных ламп имеется ряд крупных недостатков: 1) их легко разбить; 2) значительные габариты их мешают достичь компактности аппаратуры при конструировании; 3) в результате отсутствия

экранировки иногда приходится закрывать лампы громоздкими экранами, - кроме того лампы нельзя располагать близко друг к другу.

Перечисленные недостатки толкали техническую мысль на поиски иных путей в конструировании электронных ламп. В США в 1935 г. были разработаны так называемые металлические лампы, которые не обладают приведёнными выше недостат-

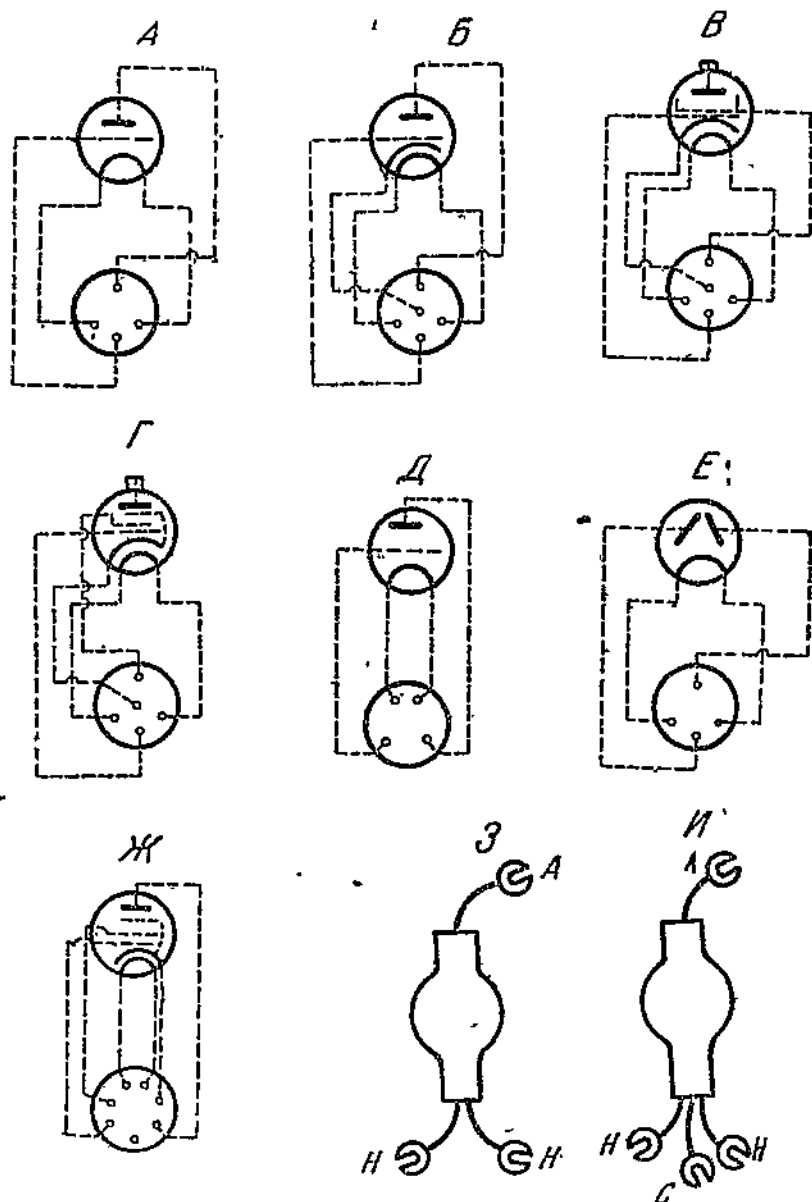


Рис. 28. Цоколёвка электронных ламп

ками и поэтому за последнее время все больше применяются в радио- и киноаппаратуре. Особую ценность металлические лампы представляют для всякого рода передвижных устройств.

У нас эти лампы освоены вакуумной промышленностью, а заводы киноаппаратуры их применяют в усилительных устройствах [ПУ-12, ПУ-13]¹⁾.

¹⁾ Авторам ещё в 1937 г. разработано специальное усилительное устройство на металлических лампах для звукового узкополосника.

УСТРОЙСТВО МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЛАМП. Основным и важнейшим отличием металлических электронных ламп от стеклянных является применение стального корпуса, который служит баллоном для вакуумного пространства, выполняя в то же самое время роль экрана.

Как пример конструкции металлической лампы на рис. 29 показан разрез высокочастотного пентода.

Цифрами обозначены следующие отдельные детали конструкции металлической лампы: 1—колпачок (вывод от управляющей сетки); 2—верхний изолятор, на котором смонтирован колпачок; 3—держатель изолятора (прокатанное металлическое кольцо); 4—опора верхнего изолятора и колпачка; 5—шток, через который проходит вывод сетки; 6—управляющая сетка; 7—экранная сетка; 8—антидинатронная сетка; 9—изолирующий диск; 10—анод; 11—держатель монтажа; 12—кольцо, поддерживающее монтаж (поддерживающий воротничок); 13—таблетка геттера (распыляется при откачке); 14—стеклянный изолятор («бусинка»); 15—пружинка (пистончик) для вводного провода; 16—вводный провод; 17—обжимное крепление цоколя лампы с основанием цоколя; 18—направляющий ключ (для правильного вставления лампы в панельку); 19—конец трубочки, через которую откачивается воздух; 20—установочный выступ; 21—вывод управляющей сетки; 22—провод, соединяющий управляющую сетку с колпачком; 23—стеклянный изолятор («бусинка»); 24—пружина (пистончик) для вводного провода; 25—сварной шов, крепящий кольца с корпусом; 26—стальной баллон (корпус лампы) толщиной в 0,5 мм; 27—катод; 28—подогревная нить (спиральная)—бифилярная; 29—активный слой катода; 30—изолирующий держатель анода; 31—присоединение вводного проводника к аноду; 32—изолирующий диск; 33—экран; 34—сварной шов между бортиком и цоколем; 35—цоколь; 36—проводник, соединяющий корпус с ножкой основания цоколя; 37—

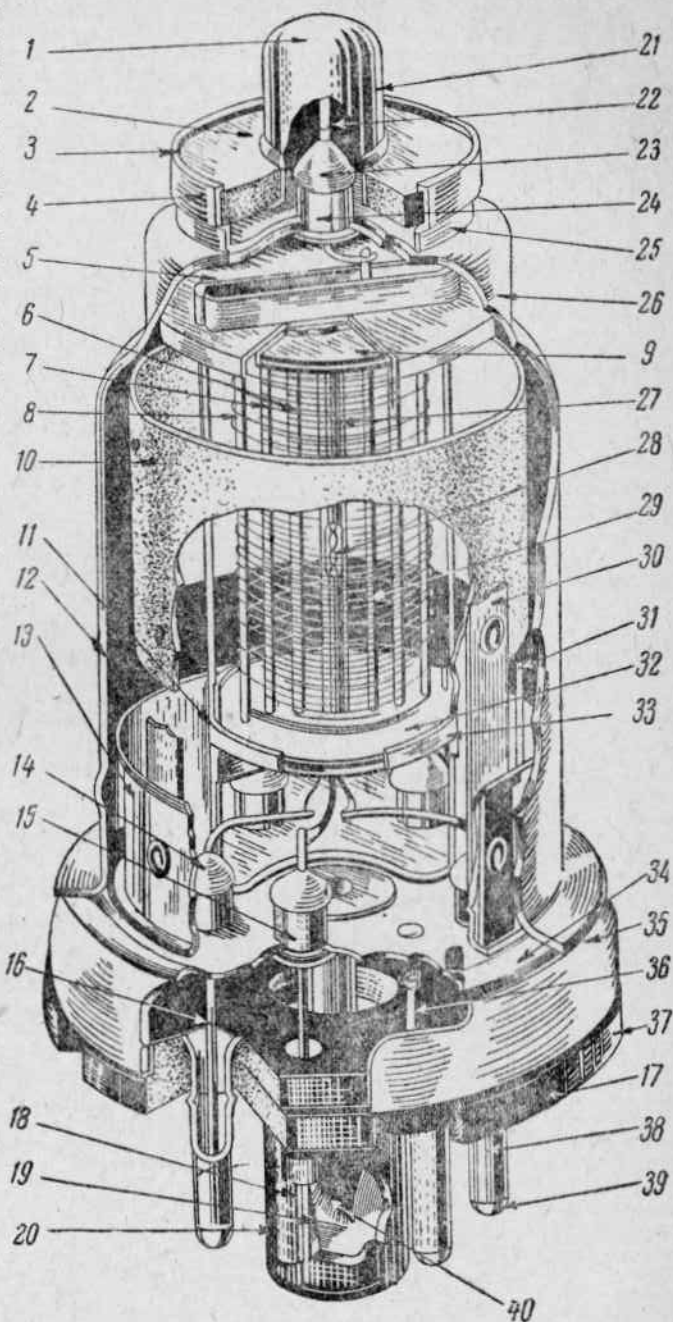


Рис. 29. Устройство металлической лампы

основание цоколя; 38 — ножка основания цоколя; 39 — пайка; 40 — трубочка для откачки.

К корпусу металлической лампы приваривается электросваркой металлическое дно. В результате получается цельнометаллическая лампа. Выводы из лампы осуществляются через пистончики из сплава феррико (сплав железа, кобальта и никеля), приваренные одним концом к стальному баллону, а другим — к стеклянным «бусинкам», служащим для изоляции выводных концов от стального баллона. Сплав феррико, имея одинаковый коэффициент расширения со стеклом, обеспечивает надёжность вакуума лампы.

Все металлические лампы снабжены стандартным восьмистырьковым цоколем и расположенной между штырьками направляющей ножкой-ключом, обеспечивающей правильное вставление лампы в панельку (рис. 30).

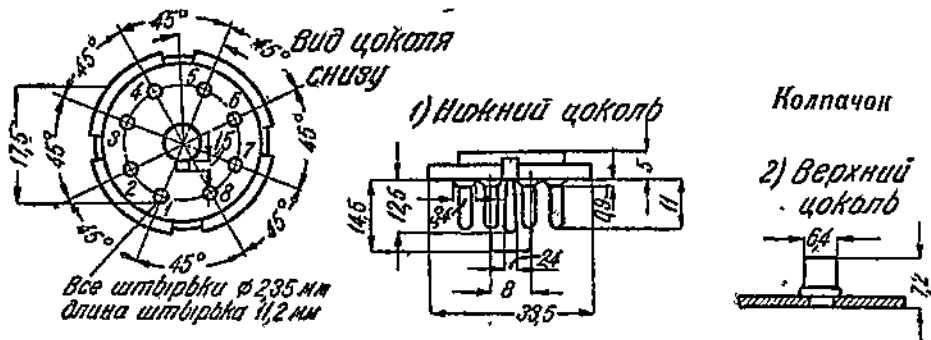


Рис. 30. Расположение штырьков на цоколе металлических ламп

Способ цоколёвки металлических ламп приведён на рис. 33.

Для уничтожения наводок на вывод управляющей сетки последний закрывается специальным колпачком-экраном, надеваемым на верхний утонченный конец лампы (рис. 32).

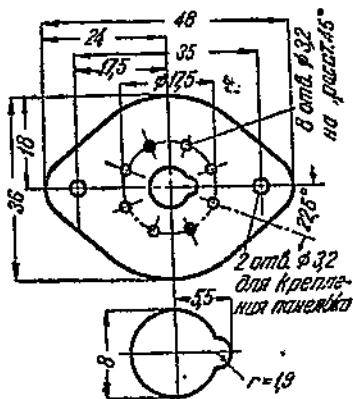


Рис. 31. Ламповая панелька для металлических ламп

Очень важной особенностью конструкции металлической лампы является устройство подогревной нити [все металлические лампы подогревные ¹⁾], которая выполняется в виде бифилярной спирали (на рис. 29 обозначена цифрой 28).

Благодаря такой конструкции подогревной нити уровень помех (фон)



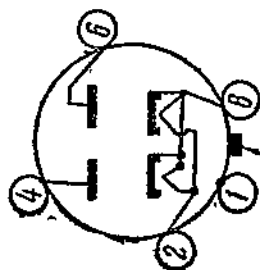
Рис. 32. Устройство колпачка-экрана

у металлических ламп очень мал. Кроме того в целях улучшения изоляции катода от подогревной нити последняя покрывается окисью алюминия являющегося плохим проводником.

ТИПЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЛАМП. Существует значительное количество типов металлических ламп, но для звуковой киноустановки могут быть использованы лишь некоторые. Приведём лишь те типы и их данные, которые применяются в звуковом кино.

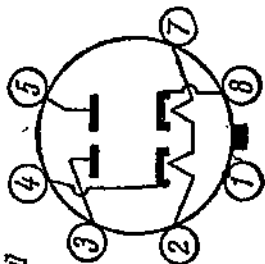
¹⁾ Применение подогревного катода, в частности у выпрямительных ламп, даёт то преимущество, что при включении устройства в сеть все лампы устройства разогреваются почти одновременно, благодаря чему выпрямитель ни в один момент времени не работает вхолостую; в результате конденсаторы фильтра не подвергаются действию перенапряжений, как при кенотронах с непосредственным накалом. Для этого в некоторых устройствах, работающих на кенотронах, имеющих непосредственный накал, применяются специальные переключатели (в УП8-1) или реле (в УСУ-20), позволяющие дать сначала питание накалов ламп усилителя, а затем уже высокое напряжение.

544 (5Z4)

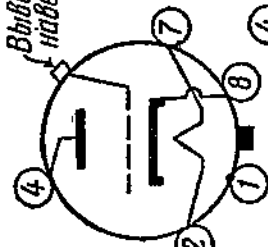


Направляющий
выступ

6X6 (6H6)

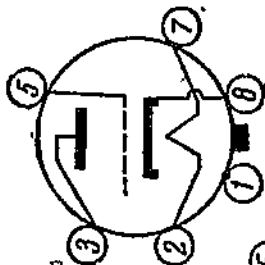


6Ф5 (6F5)

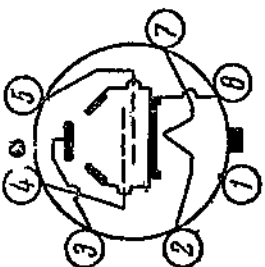


Выход
нагреву

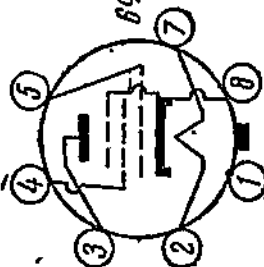
6С5 (6C5)



6Л6 (6L6)

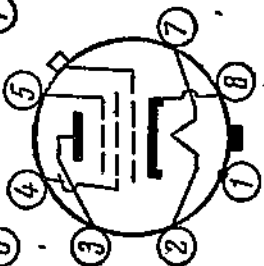


6Ф6 (6F6)

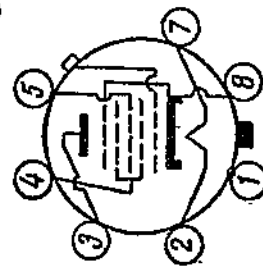


6Н7 (6J7)

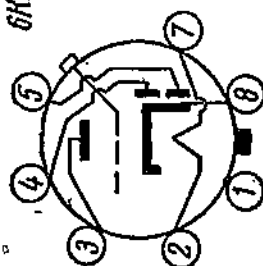
6Н7 (6K7)



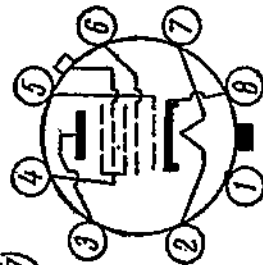
6Н7 (6L7)



6Р7 (6R7)



6А8 (6A8)



6Н7 (6H7)

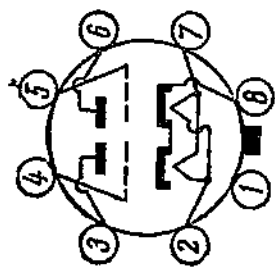


Рис. 33. Цоколевка металлических ламп

Металлические лампы обозначаются двумя цифрами и одной буквой (например, 6Ф6, 6К7 и т. д.). Первая цифра обозначает округлённое до целого числа напряжение накала, который для всех металлических ламп равен 6,3 В (за исключением кенотрона 5Ц4, имеющего напряжение накала 5 В). Буквой обозначается серия лампы (заводское обозначение). Вторая цифра (после буквы) обозначает число выводов, при этом за один вывод считаются два конца нити. Так и например, 6Ф6 (низкочастотный пентод) обозначает: цифра 6 указывает, что напряжение накала 6,3 В;

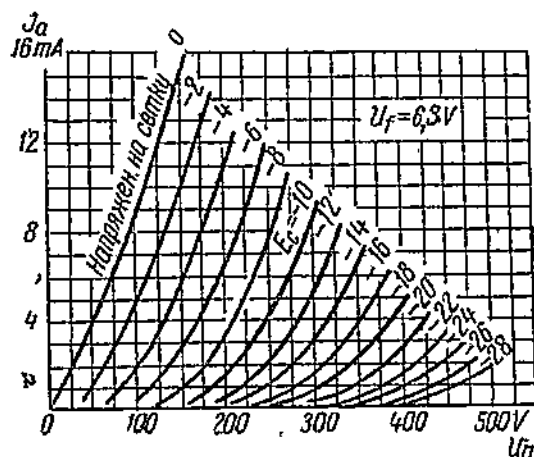


Рис. 34. Средние анодные характеристики 6C5

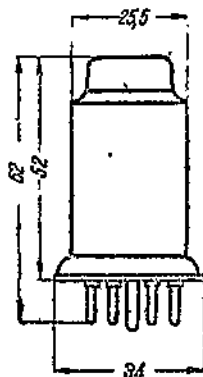


Рис. 35. Габариты 6C5

буква Ф указывает на серию лампы; вторая цифра 6 указывает, что выводов шесть, а именно: анод, экранная сетка, управляющая сетка, катод с противодиодной сеткой, два конца подогревной нити, корпус лампы.

Для более подробного ознакомления с типами металлических ламп разберём их в отдельности.

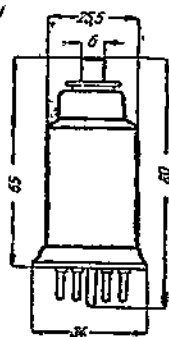


Рис. 36. Габариты 6Ф5

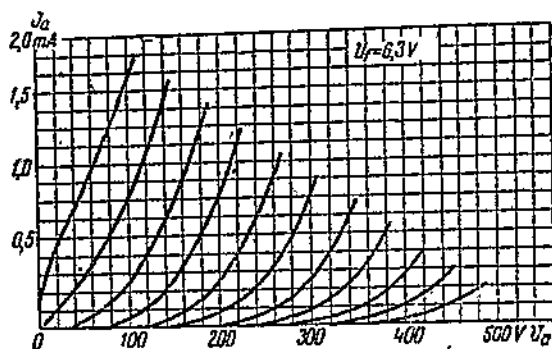


Рис. 37. Средние анодные характеристики электронной лампы 6Ф5

Триод 6C5 (американское обозначение 6C5), имея малое внутреннее сопротивление и подогревный катод, применяется преимущественно в предварительных каскадах усилителей низкой частоты, собранных по схеме на трансформаторах и на со-
противлениях.

Напряжение накала — 6,3 В.

Ток накала — 0,3 А.

Междуэлектродные ёмкости:

между сеткой и анодом — 1,8 μF ;

между сеткой и катодом — 4 μF ;

между анодом и катодом — 13 μF .

На рис. 33 приведена цоколёвка триода 6С5. Здесь штырёк 1 — экран (корпус); штырёк 2 — накал; штырёк 3 — анод; штырёк 5 — сетка; штырёк 7 — накал; штырёк 8 — катод.

Т а б л и ц а 4

Режимы лампы 6С5

Условия работы и параметры	Анодная нагрузка	
	трансформатор	сопротивление
Накал (V)	6,3	6,3
Анодное напряжение (V_{max})	250	250 *)
Напряжение смещения управляющей сетки ²⁾ (V)	—8	—5 прикл.
Анодный ток (mA)	8	1—2
Коэффициент усиления (μ)	20	—
Внутреннее сопротивление (Ω)	10000	—
Крутизна характеристики (mA/V)	2,0	—
Сопротивление нагрузки (Ω)	—	50000—100000
Усиление каскада (V)	Зависит от коэффициента трансформации трансформатора	
		14

Триод 6Ф5 (американское обозначение 6F5) применяется преимущественно в предварительных каскадах низкой частоты, собранных по схеме на сопротивлении.

Напряжение накала — 6,3 V.

Ток накала — 0,3 A.

Междуэлектродные ёмкости:

между сеткой и анодом — 2 μF ;

между сеткой и катодом — 6 μF .

На рис. 33 приведена цоколёвка триода 6Ф5. Здесь штырёк 1 — экран (корпус); штырёк 2 — накал; штырёк 4 — анод; штырёк 7 — накал; штырёк 8 — катод.

Т а б л и ц а 5

Режимы лампы 6Ф5

Режим и параметры	Реостатная схема	Трансформаторная схема
Анодное напряжение	$U_a = 250 V^*)$	250 max V
Напряжение смещения	$U_g = -1,3 V$	—2
Коэффициент усиления	$\mu = 100$	—
Крутизна характеристики	$S = 1,5 mA/V$	—
Внутреннее сопротивление	$R_i = 67\,000 \Omega$	—
Анодный ток	$I_a = 0,2 \text{ до } 0,4 mA$	0,9 mA
Сопротивление нагрузки	$R_n = 0,25 - 1,0 M\Omega$	—
Усиление каскада	$K_x = 51 - 60$	Зависит от коэффициента трансформаций трансформатора
Сопротивление утечки сетки	$R_g = 0,5 - 1 M\Omega$	

¹⁾ В том случае, когда в цепи сетки применяется сопротивление, максимальное значение этого сопротивления не должно превышать 1 M Ω .

²⁾ Напряжение батареи или выпрямителя.

Управляющая сетка выведена на верх лампы к колпачку, который при работе необходимо закрывать экраном-колпачком.

Пентод 6Ж7 (американское обозначение — 6J7) помимо основного назначения применяется в предварительных каскадах низкой частоты, собранных по схеме на сопротивлениях, может быть использован в той же схеме, как триод, в этом случае его параметры аналогичны 6С5 (в качестве примера применения лампы 6Ж7 можно указать на усилительное устройство ПУ-12 и ПУ-13, где эта лампа применена в первом каскаде).

Напряжение накала — 6,3 В.

Ток накала — 0,3 А.

Междуэлектродные ёмкости: между сеткой и анодом — 0,005 мкФ.

На рис. 33 приведена цоколёвка пентода 6Ж7. Здесь штырёк 1 — экран (корпус); штырёк 2 и 7 — накал; штырёк 3 — анод; штырёк 4 — экранная сетка; штырёк 5 — пентодная сетка; штырёк 6 — катод.

Управляющая сетка выведена на верх лампы к колпачку.

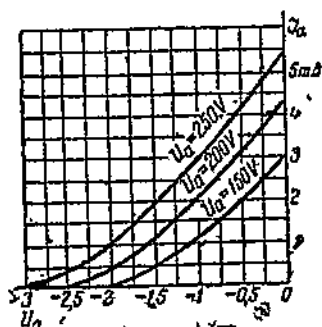


Рис. 38. Сеточные характеристики 6Ф5

Условия: $I_a = (U_g)$; $U_f = 6,3V$

Таблица 6

Режим и параметры	
Анодное напряжение	$U_a = 250 \div 300 \text{ V}^1)$
Напряжение на экранной сетке	$U_g = 45 \div 50 \text{ V}$
Напряжение смещения	$U_g = 1,5 \div 2 \text{ V}$
Анодный ток	$I_a = 0,4 \div 0,5 \text{ mA}$
Экранирующий ток	$I_g = 0,15 \div 0,2 \text{ mA}$

Мощный пентод 6Ф6 (американское обозначение 6F6) применяется:

- 1) как мощный подогревный выходной пентод;
- 2) как «драйвер»²⁾, т. е. в качестве лампы полумощного каскада, служащего для раскачки оконечного каскада. В этом случае пентод 6Ф6 включён по схеме триода.

Напряжение накала — 6,3 В.

Ток накала — 0,6 А.

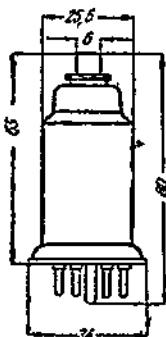


Рис. 39. Габариты 6Ж7

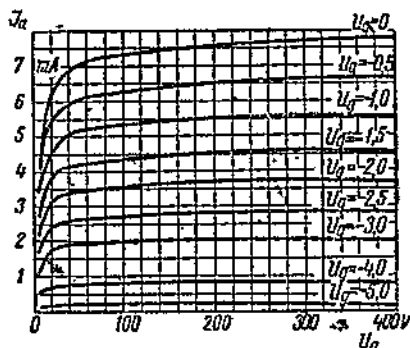


Рис. 40. Средние анодные характеристики 6Ж7

На рис. 33 приведена цоколёвка пентода 6Ф6. Здесь штырёк 1 — экран (корпус); штырёк 2 — накал; штырёк 3 — анод; штырёк 4 — экранная сетка; штырёк 5 — управляющая сетка; штырёк 7 — накал; штырёк 8 — катод и антидинаatronная сетка.

¹⁾ Напряжение батарей или выпрямителя.

²⁾ См., например, описание лампы 6Н7, стр. 32.

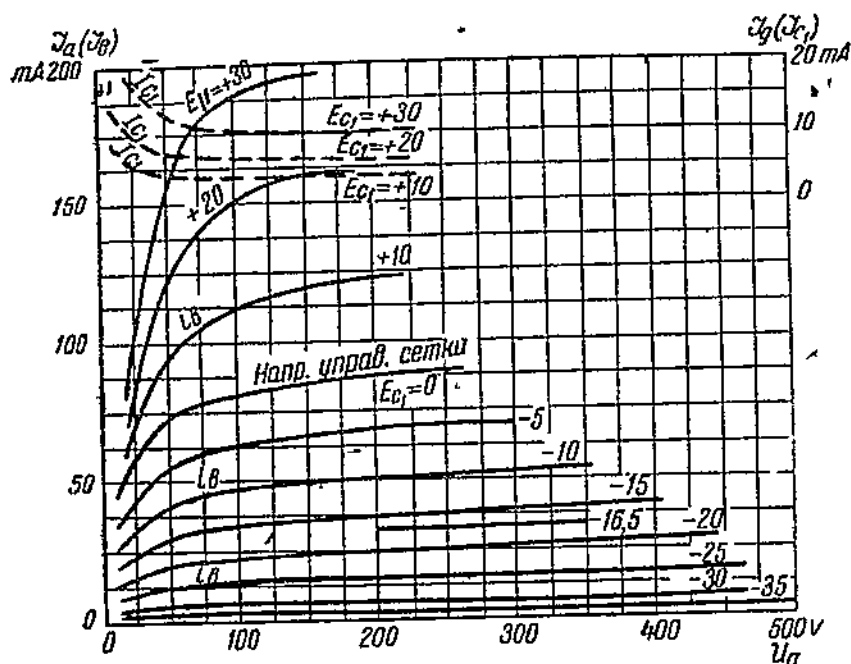


Рис. 41. Средние анодные характеристики 6Ф6 (работает, как пентод)
Условия: $U_f = 6,3\text{V}$; $U_{(g)} = 250\text{V}$

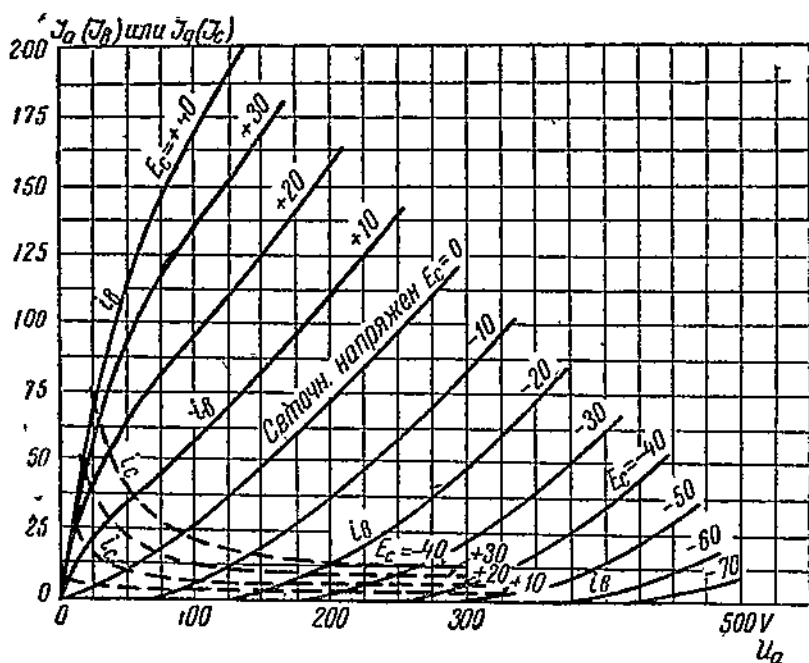


Рис. 42. Средние анодные характеристики 6Ф6 (работает, как триод)
Условия: $U_f = 6,3\text{V}$

Условия работы и параметры	Пентод как усилитель класса «А»		Использование пентода 6Ф6		
			Триод как усилитель класса «А» ¹⁾	Пентод в пуш-пулле класса «АВ» ²⁾	Триод в пуш-пулле класса «АВ» ²⁾
Накал (V)	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Анодное напряжение (V_a)	250	315	250	375	350
Напряжение экранирующей сетки (V_g)	250	315	—	250	—
Напряжение смещения управляющей сетки (V)	—16,5	—22	—20	—	—
Анодный ток (mA)	34	42	31	27	25
Ток экранирующей сетки (mA)	6,5	8	—	4	—
Коэффициент усиления (μ)	200	200	7	—	—
Внутреннее сопротивление (R_i)	80000	75000	2600	—	—
Крутизна характеристики (mA/V)	2,5	2,65	2,7	—	—
Сопротивление нагрузки для указанной мощности (Ω)	7000	7000	4000	10000	11000
Сопротивление автоматического смещения на сетку (Ω)	—	—	—	340	750
Отдаваемая мощность (W)	3	5	0,85	19 ³⁾	14 ³⁾
Клирфактор (%)	7	7	5	—	7
Напряжение возбуждения (V)	—	—	15	80 ³⁾	120 ³⁾

Лучевая лампа 6Л6 (американское обозначение 6L6) применяется в оконечных каскадах (пуш-пулл) усилителя низкой частоты.

Лампа 6Л6 представляет собою тетрод, т. е. экранированную лампу, у которой устранение динаatronного эффекта достигается надлежащим расположением и конфигурацией электродов.

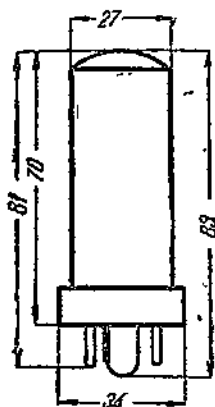


Рис. 43. Габариты пентода 6Ф6

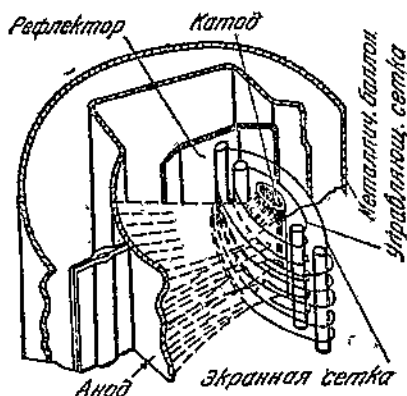


Рис. 44. Устройство лампы 6Л6

Конфигурация электродов и их расположение подбираются так, что в пространстве между анодом и экранирующей сеткой образуется как бы второй пространственный заряд, заменяющий собой антидинаatronную сетку (фиктивный катод — см. рис. 45, А и Б).

Установлено, что фиктивная антидинаatronная сетка создаёт более однородное поле, чем реальная сетка, благодаря чему характеристики лампы 6Л6 выгодно отли-

¹⁾ Экранирующая сетка присоединена к аноду.

²⁾ С двух ламп.

³⁾ Напряжение возбуждения между сетками.

чаются от пентодных; они имеют меньшее протяжение «хвоста», т. е. характеристики идут круто, почти до самого нуля тока. Благодаря этому удастся лучше использовать анодное напряжение.

Конструкция лампы 6Л6 в основных чертах представляется в следующем виде. Управляющая и экранирующая сетки, имеющие одинаковый шаг намотки, расположены так, что их витки находятся точно друг против друга.

Перпендикулярно плоскости катода в промежутке между анодом и экраном расположены с обеих сторон катода две пластинки, соединённые с ним электрически.

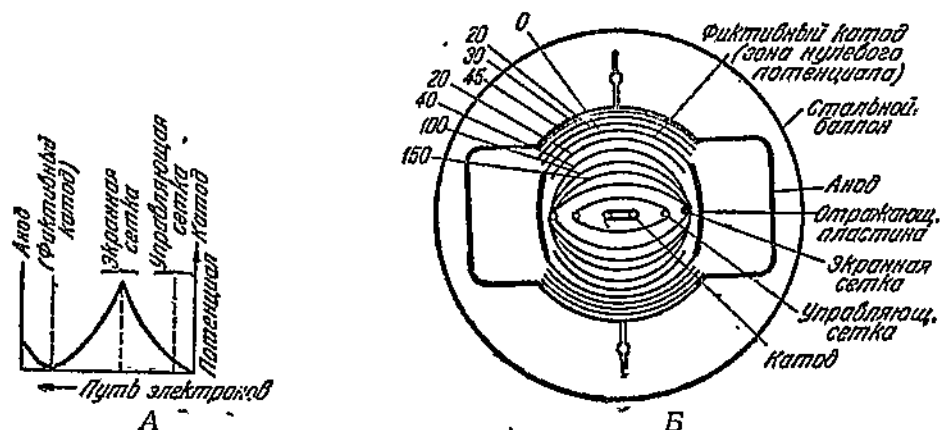


Рис. 45. Распределение потенциалов в пространстве катод—анод лампы 6Л6

Пластинки служат для того, чтобы электроны с узких граней катода не попадали на анод, так как около этих граней из-за наличия крепёжных траверз поле сильно искажено и управление потоком электронов затруднено.

Описанная конструкция электродов и «задерживающих» пластин приводит к тому, что поток электронов от катода к аноду распределяется в пространстве в виде пучка или луча, откуда и происходит название «лучевых» ламп. Расположение витков экранирующей и управляющей сетки, при котором витки экранирующей сетки как бы заслонены витками управляющей, приводит к тому, что ток в экранирующей сетке значительно меньше, чем у обыкновенной экранированной лампы или пентода.

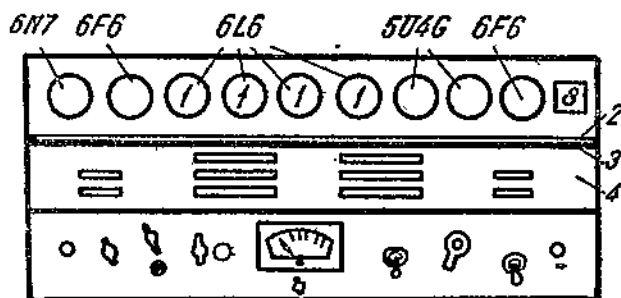


Рис. 46. Усилительное устройство Filmosound



Рис. 47. Габариты 6Л6 (металлический вариант)

Из описания конструкции видно, что электроны, попадающие на анод и образующие лучевой поток, имеют почти одинаковую скорость и длину пути, благодаря чему удастся получить весьма выгодные с точки зрения получения большой мощности характеристики.

Лампа 6Л6 выпускается преимущественно в стеклянном варианте, т. е. её баллон сделан из стекла. В этом случае она обозначается индексом 6Л6-С и имеет габариты, аналогичные кенотрону 6О-188.

Цоколёвка лампы 6Л6 приведена на рис. 33. Здесь штырёк 1 — корпус (у 6Л6-С этот штырёк свободен); штырьки 2 и 7 — накал; штырёк 3 — анод; штырёк 4 — экранная сетка; штырёк 5 — управляющая сетка; штырёк 8 — катод и рефлекторы. Применение и режим лучевой лампы 6Л6 сведены в табл. 8.

Таблица 8

Рабочие режимы

1. Одна лампа в классе «А» при автоматическом смещении

Накал	$U_f = 6,3 \text{ В}$	6,3 В	6,3 В
Анод	$U_a = 375 \text{ max В}$	300 В	250 В
Экран	$U_g = 125 \text{ В}$	200 В	250 max В
Сетка ¹⁾	$U_g = -9 \text{ в}^2) \text{ В}$	-11,8 В ²⁾	-13,5 В ²⁾
Амплитуда напряжения на сетке	$U_{mg} = 8,5 \text{ В}$	12,5 В	14 В
Анодный ток покоя	$I_{a0} = 24 \text{ mA}$	51 mA	75 mA
Максимальный анодный ток	$I_a \text{ max} = 24,3 \text{ mA}$	54,5 mA	78 mA
Экранный ток покоя	$I(g)_0 = 0,7 \text{ mA}$	3 mA	5,4 mA
Максимальный экранный ток	$I(g) \text{ max} = 1,8 \text{ mA}$	4,6 mA	7,2 mA
Сопротивление нагрузки	$R_a = 14000 \text{ } \Omega$	4500 Ω	2500 Ω
Клирфактор полный	$K_f = 9\%$	11%	10%
2-я гармоника	$K_{f2} = 8\%$	10,7%	9,7%
3-я гармоника	$K_{f3} = 4\%$	2,5%	2,5%
Отдаваемая полезная мощность	$P_k = 4 \text{ W}$	6,5 W	6,5 W

2. Две лампы в классе «А» (пуш-пулл) при автоматическом смещении

Накал	$U_f = 6,3 \text{ В}$	Экранный ток покоя	$I(g)_0 = 10 \text{ mA}$
Анод	$U_a = 250 \text{ В}$	Максимальный эк-	
Экран	$U_g = 250 \text{ max В}$	ранный ток . . .	$I(g) \text{ max} = 15 \text{ mA}$
Сетка ¹⁾	$U_g = -16 \text{ в}^2) \text{ В}$	Сопротивление на-	
Амплитуда напряже-		грузки (между ано-	
ния на сетке	$U_{mg} = 36,5 \text{ В}$	дами)	$R_{a-g} = 5000 \text{ } \Omega$
Анодный ток покоя	$I_{a0} = 120 \text{ mA}$	Клирфактор полный	$K_f = 2\%$
Максимальный анод-		3-я гармоника . . .	$K_{f3} = 2\%$
ный ток	$I_a \text{ max} = 130 \text{ mA}$	Отдаваемая полезная	
		мощность	$P_k = 13,5 \text{ W}$

3. Две лампы в классе «AB₁» (пуш-пулл) при автоматическом смещении

Накал	$U_f = 6,3 \text{ В}$	6,3 В
Анод	$U_a = 400 \text{ max В}$	400 max В
Экран	$U(g) = 250 \text{ В}$	300 max В
Сетка ¹⁾	$U_g = -19 \text{ в}^2) \text{ В}$	-23,5 В ²⁾
Амплитуда напряжения между сетками	$U_{mg} = 23,8 \text{ В}$	57 В
Анодный ток покоя	$I_{a0} = 96 \text{ mA}$	112 mA
Максимальный анодный ток	$I_a \text{ max} = 110 \text{ mA}$	128 mA
Экранный ток покоя	$I(g)_0 = 4,6 \text{ mA}$	7 mA
Максимальный экранный ток	$I(g) \text{ max} = 10,8 \text{ mA}$	16 mA
Сопротивление нагрузки между анодами	$R_{a-a} = 5500 \text{ } \Omega$	6600 Ω
Клирфактор полный ³⁾	$K_f = 2\%$	2%
3-я гармоника	$K_{f3} = 2\%$	2%
Отдаваемая полезная мощность	$P_k = 24 \text{ W}$	32 W

¹⁾ Сопротивление в цепи сетки лампы должно иметь возможно меньшую величину. Если сопротивление в цепи сетки не превышает 0,1 МΩ, то может применяться фиксированное смещение; для более высоких значений сопротивления требуется автоматическое смещение. Максимальное допустимое сопротивление в цепи сетки — 0,5 МΩ.

²⁾ При отсутствии сигнала.

³⁾ В идеальных условиях (при нулевом сопротивлении предварительного каскада и при постоянстве питающих напряжений) искажения не превышают 2%. На практике не следует допускать колебаний анодного напряжения более 5%, напряжения на экране более 5% и смещения на сетке более 3%.

Температура нагрева лучевой лампы 6Л6 очень высока. Поэтому лампу нужно располагать в усилительном устройстве так, чтобы избежать подогрева таких деталей, как электролитические конденсаторы.

Интересно отметить расположение лучевых ламп в усилительном устройстве фирмы Filmosound, показанное на рис. 46. Цифрами обозначены: 1 — лучевые лампы 6Л6, 2 — блестящий никелированный экран — отражатель тепловых лучей, 3 — слой в 10 мм асбеста, 4 — экран усилителя, в котором размещены детали устройства.

Кенотрон 5Ц4 (американское обозначение 5Z4) предназначен для работы как в одном, так и в двух полупериодных кенотронных выпрямителях. Кенотрон 5Ц4 металлический двуханодный с подогревными катодами.

Как указывалось выше, применение подогревных катодов в кенотроне 5Ц4 сделано с целью увеличения крутизны характеристики, а также для одновременного разогрева как катода кенотрона, так и катода усилительных ламп.

На рис. 33 показан способ цоколевки кенотрона 5Ц4. На этом рисунке обозначены: штырёк 1 — экран (корпус); штырёк 2 — подогреватель (нить накала); штырёк 4 — анод; штырёк 6 — анод; штырёк 8 — подогреватель и катод.

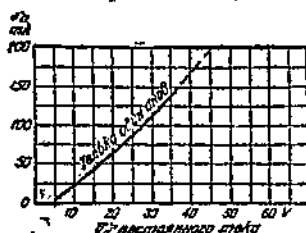


Рис. 48. Средняя анодная характеристика кенотрона 5Ц4

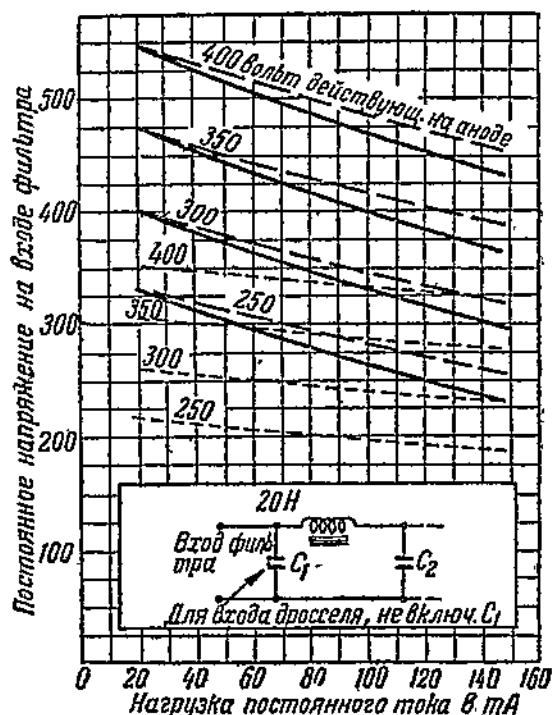


Рис. 49. Рабочие характеристики кенотрона 5Ц4

Условия: 1) $U_f = 5V$; 2) конденсатор на входе фильтра $4\mu F$ — — —; $8\mu F$ — — —; 3) дроссель на входе фильтра — — —

Основные данные:

Напряжение накала	5 V
Ток накала	2 A
Действующее значение переменного напряжения на анодах	400 V_{max}
Максимальное обратное напряжение	1100 V_{max}
Максимальный выпрямленный ток	125 mA_{max}

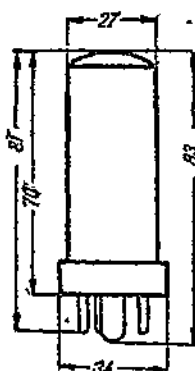


Рис. 50. Габариты кенотрона 5Ц4

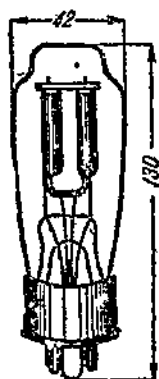


Рис. 51. Общий вид и габариты 5Ц4-С

Для получения на выходе выпрямителя большой мощности в кенотронном выпрямителе применяют два кенотрона 5Ц4, включая их в каждое плечо выпрямителя (при двухполупериодной схеме). Для этой цели аноды каждого кенотрона 5Ц4 соединяются в параллель в ламповой панельке. Допустимое напряжение и условия нагрузки на кенотрон остаются те же, что и для двухтактной работы.

На рис. 48 и 49 приведены характеристики кенотрона.

Необходимо указать, что кенотрон 5Ц4 при работе нагревается до очень высокой температуры, а поэтому его следует располагать дальше от электролитических конденсаторов. Кроме того в устройстве должен быть предусмотрен интенсивный приток воздуха внутрь выпрямителя.

Кенотрон 5Ц4-С. За последнее время советскими вакуумными заводами кенотрон 5Ц4 выпускался в стеклянном варианте, т. е. с заменой металлического стального баллона на стеклянный.

Кенотрону (рис. 51) присвоено название 5Ц4-С.

Цоколёвка 5Ц4-С аналогична цоколёвке кенотрона 5Ц4, однако имеется только одна холодная ножка, которая в 5Ц4 служит выводом от корпуса (на рис. 33 этот вывод обозначен цифрой 7).

Сдвоенный триод 6Н7 (американское обозначение 6Н7) представляет собой электронную лампу, в баллоне которой находятся два самостоятельных триода. Каждый триод помимо нити накала имеет подогревный катод. Катоды обоих триодов соединены внутри лампы и от них сделан вывод к штырьку лампы 8. Нити триодов внутри лампы запараллелены и выведены к штырькам 2 и 7. Сказанное поясняется рис. 33, где штырёк 1 — экран (корпус); штырёк 2 — накал; штырёк 3 — анод; штырёк 4 — сетка; штырёк 5 — сетка; штырёк 6 — анод; штырёк 7 — накал; штырёк 8 — катод.

В основном лампа 6Н7 предназначена для работы в оконечном каскаде усилителя низкой частоты (в режиме класса «В»). В этом случае её режим следующий:

Таблица 9

Условия работы	Режимы	
Накал (V)	6,3	6,3
Ток накала (A)	0,8	0,8
Анодное напряжение (V)	250	300
Напряжение смещения управляющей сетки (V)	0	0
Ток покоя при отсутствии сигнала на каждый анод (mA)	14	17,5
Эффективная анодная нагрузка (между анодами) (Ω)	8000	10000
Выходная мощность (W)	8	10

Средние анодные характеристики для каждого отдельного триода лампы 6Н7 приведены на рис. 53.

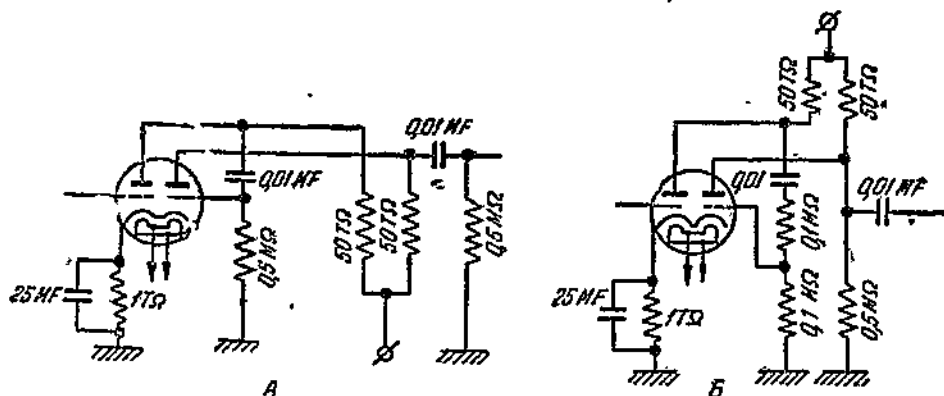


Рис. 52. Схемы использования лампы 6Н7

А — в двухкаскадном усилителе, Б — в инверторе

При использовании лампы 6Н7 в оконечном каскаде необходимо иметь в виду, что для её раскачки требуется, чтобы предварительный каскад (драйвер), стоящий перед оконечным, развивал мощность порядка 400 — 450 mW. Поэтому в качестве

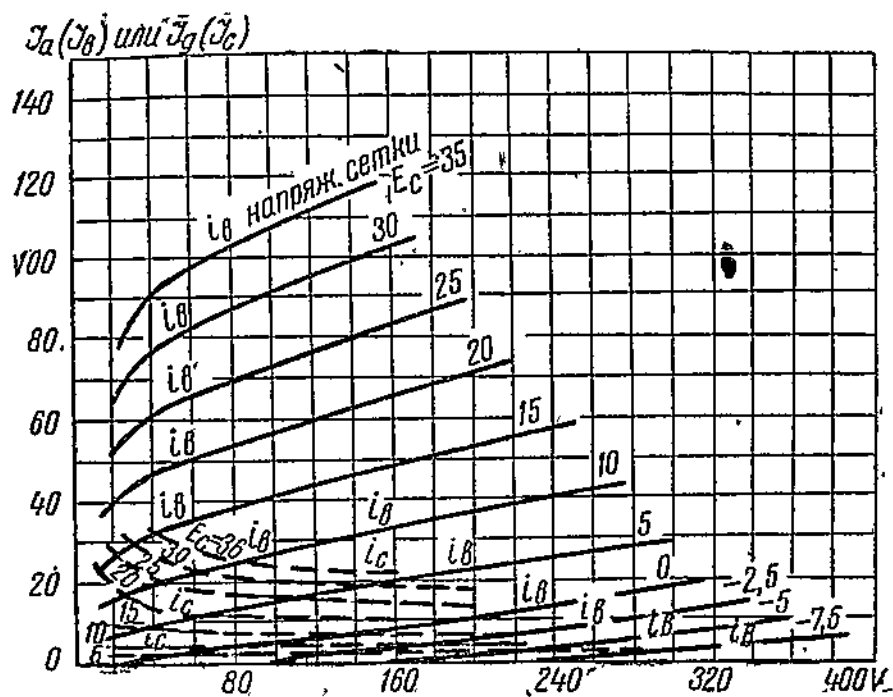


Рис. 53. Средние анодные характеристики для каждого отдельного триода лампы 6Н7
Условие: $U_f = 6,3V$

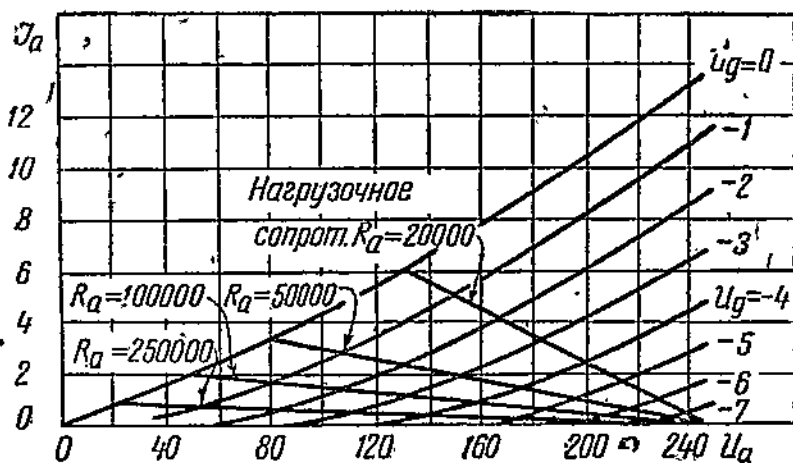


Рис. 54. Средние анодные характеристики лампы 6Н7
Работа в классе «Аа»

драйвера применяют довольно мощный триод, используя, например, пентод типа 6Ф6, работающий в триодной схеме (экранная сетка соединяется с анодом). Довольно часто в качестве драйвера применяют лампу 6Н7, у которой как аноды, так и сетки запараллеливаются. Лампа 6Н7 в этом случае работает в классе «А» (рис. 54). Для нее берут следующие режимы:

Таблица 10

Условия работы и параметры	Режимы	
Анодное напряжение (V)	250	350
Напряжение смещения (V)	—5	—6
Коэффициент усиления (μ)	35	35
Внутреннее сопротивление (R_i)	11300	11000
Крутизна характеристики (mA/V)	3,1	3,2
Анодный ток (mA)	6	7
Сопротивление в цепи катода (Ω)	850	850
Ёмкость, шунтирующая сопротивление смещения (μF)	25	25

Лампа 6Н7 может быть использована в двухкаскадном усилителе, схема и данные которой приведены на рис. 52. Наибольшее применение лампа 6Н7, видимо, найдёт в схеме инвертора (стр. 115).

ФОТОЭЛЕМЕНТЫ

УСТРОЙСТВО ФОТОЭЛЕМЕНТОВ

Внутренняя поверхность (рис. 55) стеклянного баллона покрывается слоем щелочного металла (калий, цезий), носящего название катод. Для того чтобы щелочной металл под действием воздуха не окислялся, воздух из баллона выкачан. При нанесении слоя на стеклянный баллон в нём оставляют «окно» — круглое отверстие, через которое в дальнейшем будет падать свет.

В центре баллона располагают металлический электрод — анод.

Для того чтобы фотоэлемент можно было подключить в цепь от его электродов (анода и катода), из баллона сделаны соответствующие выводы.

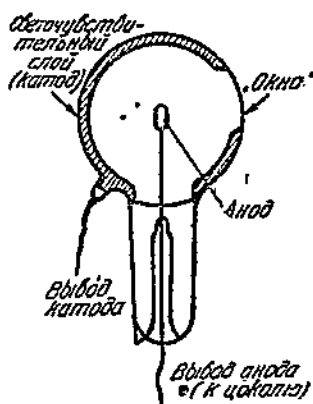


Рис. 55. Устройство фотоэлемента

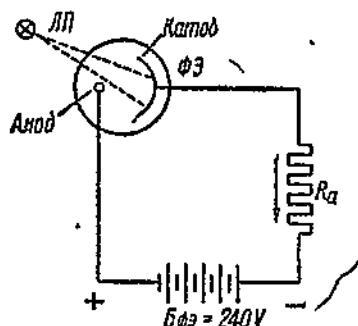


Рис. 56. Цепь фотоэлемента
ФЭ — фотоэлемент; R_a — нагрузочное сопротивление фотоэлемента; БФЭ — источник питания фотоэлемента; ЛП — лампа просвечивания

Если теперь составить электрическую цепь (рис. 56), состоящую из фотоэлемента; анод которого соединён с плюсом источника напряжения (например, кенотронный выпрямитель), а катод через сопротивление R_a , носящее название нагрузочного сопротивления, — с минусом источника, то при освещении катода фотоэлемента пучком света (например, от лампы просвечивания ЛП) в цепи фотоэлемента пойдёт ток. При этом направление тока в цепи будет соответствовать направлению, указанному стрелкой. Установлено, что чем больше интенсивность света, падающего на катод фотоэлемента (светочувствительный слой), тем больше величина проходящего в цепи фотоэлемента тока, и наоборот (рис. 57). Если интенсивность свето-

вого потока модулируется фонограммой, то и фототок претерпевает изменения, благодаря чему на нагрузочном сопротивлении R_a создается переменное падение напряжения.

Таким образом, фотоэлемент является прибором, который трансформирует световую энергию в электрическую.

В основу действия вышеописанного фотоэлемента положен так называемый внешний фотоэффект, заключающийся в том, что под действием падающего света на светочувствительный слой (катод) фотоэлемента скорость движения электронов слоя увеличивается (за счёт поглощения энергии, которую несут в себе световые лучи), и электроны вылетают за пределы поверхности светочувствительного слоя. Поток электронов под действием ускоряющего поля, существующего между анодом и катодом фотоэлемента (между которыми, как указывалось выше, приложено напряжение от выпрямителя), устремляется к аноду, замыкая тем самым цепь, в которой и устанавливается определённой величины фототок.

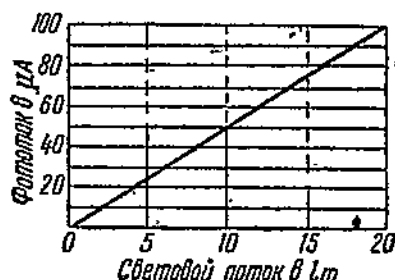


Рис. 57. Зависимость фототока, протекающего через фотоэлемент от светового потока.

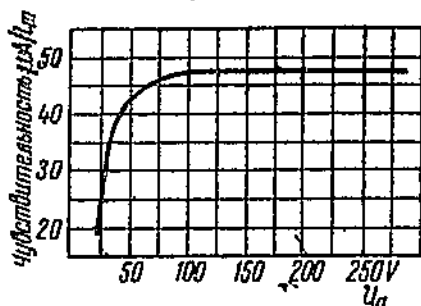


Рис. 58. Кривая зависимости фототока от напряжения на аноде вакуумного фотоэлемента

Учитывая роль и значение фотоэлемента в звукопроизводящем канале, основными интересующими нас свойствами фотоэлемента являются: 1) чувствительность; 2) рабочее напряжение; 3) инерционность; 4) уровень помех.

Чувствительность фотоэлемента определяется как величина фототока, вызываемого при падении на катод фотоэлемента светового пучка интенсивностью в один люмен ¹⁾ и при подведении к аноду фотоэлемента вполне определённого рабочего напряжения ²⁾ (см. ниже).

Чувствительность выражается в микроамперах на люмен. Её зависимость от напряжения представлена на рис. 58. Вакуумный фотоэлемент, описание которого приведено выше, обладает малой величиной чувствительности, которая у различных типов колеблется от 5 до 50 микроампер на люмен ($\mu A/Lm$).

В условиях звукового кино вакуумные фотоэлементы распространения не получили из-за их малой чувствительности. В случае использования вакуумного фотоэлемента пришлось бы применять усиительные устройства с большим коэффициентом усиления, что крайне невыгодно с точки зрения больших помех, возникающих при работе звуковой киноустановки.

В аппаратуре звукового кино исключительное распространение получили так называемые газополные фотоэлементы, отличительной особенностью которых (в сравнении с вакуумными) является наличие в их баллоне инертного газа (неона или аргона), находящегося под небольшим давлением.

Принцип работы газополного фотоэлемента заключается в том, что электроны, выбитые пучком света с катода фотоэлемента, под действием ускоряющего поля, существующего между анодом и катодом (как указывалось, к этим электродам приложено напряжение от выпрямителя), устремляются к аноду. Но так как внутри баллона находится газ, то электроны, ударяясь о молекулы этого газа, расщепляют их на электроны и положительные ионы. Образовавшиеся при ударе (это явление носит название ионизации или расщепления) электроны, вместе с основными электронами, излученными катодом, устремляются к аноду. Одновременно положительные ионы, ударяясь о катод и отдавая ему свою энергию, вызывают дополнительное излучение первичных электронов. В результате общий электронный поток, достигающий анода, увеличивается, т. е. возрастает фототок, а следовательно, и фотопоток.

¹⁾ Люмен — единица интенсивности светового потока.

²⁾ Через фотоэлемент, находящийся в темноте, проходит так называемый „темновой ток“, который является суммой тока утечки фотоэлемента (между анодом и катодом) и тока самостоятельного газового разряда, если последний в какой-либо мере будет иметь место.

ные фотоэлементы в сравнении с вакуумными обладают большей чувствительностью, которая у них колеблется в пределах от 75 до 425 $\mu\text{A/Lm}$ при нормальном рабочем напряжении. Чувствительность большинства газополных фотоэлементов составляет 100 — 250 $\mu\text{A/Lm}$. Именно большая чувствительность является основной причиной исключительного применения газополных фотоэлементов в звуковом кино.

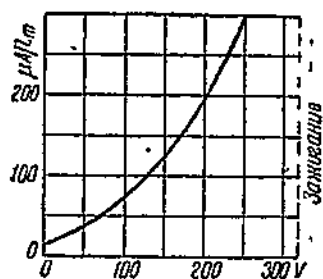


Рис. 59. Кривая зависимости фототока от напряжения на аноде газополного фотоэлемента

Рабочее напряжение, которое, для того чтобы фотоэлемент работал, подводит к его электродам, обычно имеет величину порядка 240 В. Необходимо отметить, что во избежание резкого повышения помех, а иногда и «засвечивания» фотоэлемента при внезапных скачках напряжения в сети, от которой через выпрямитель питается фотоэлемент, рабочее напряжение на фотоэлемент в современной усилительной аппаратуре обычно составляет 210 — 220 В (например, режим УСУ-3, ПУ-12).

При напряжении на аноде фотоэлемента, достигающего величины «потенциала зажигания», в фотоэлементе появляется свечение — газовый разряд, который практически обнаруживается появлением значительных помех (шип, тресков) и свечением фотоэлемента.

Газовый разряд (засвечивание) фотоэлемента — явление вредное, так как помимо появления значительных помех приводит к разрушению светочувствительного слоя (катода) фотоэлемента, т. е. к его гибели.

Явление газового разряда заключается в том, что при больших напряжениях на аноде фотоэлемента ускоряющее поле велико и электроны, излучаемые катодом, имеют большие скорости, в результате чего образовавшиеся ионы, бомбардируя катод, вызывают резкое увеличение потока электронов и лишь некоторое количество их является следствием светового возбуждения (света, падающего от лампы просвечивания).

Возникший газовый разряд продолжается даже в том случае, когда на фотоэлемент свет от лампы просвечивания не падает (лампа просвечивания выключена).

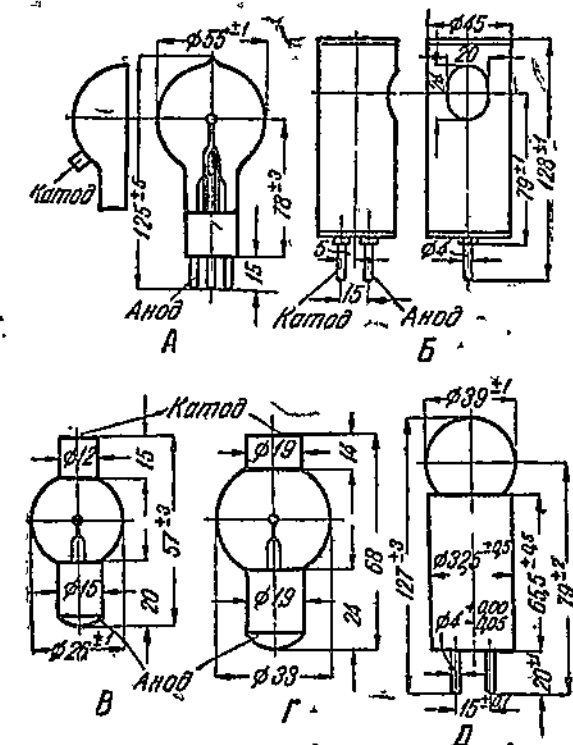


Рис. 60. Типы фотоэлементов:

А — фотоэлемент ЦГ-1; Б — фотоэлемент ЦГ-2 в футляре; В — фотоэлемент ЦГ-3; Г — фотоэлемент ЦГ-5; Д — фотоэлемент ЦГ-4

Для борьбы с явлением «засвечивания» фотоэлементов нужно следить, чтобы режим усилительного устройства соответствовал данным завода.

Инерционность газополных фотоэлементов заключается в том, что на процесс ионизации требуется некоторый промежуток времени, а поэтому при воспроизведении высоких частот звукового диапазона ионизация не успевает закончиться, чего не наблюдается при воспроизведении низких частот. Следовательно, чувствительность газополного фотоэлемента при высоких частотах меньше, чем при частотах низких, т. е. отдача фотоэлемента при воспроизведении высо-

ких частот несколько падает. Однако применительно к воспроизведению фонограммы фильма, которая по преимуществу записана с ограниченным частотным диапазоном, инерционные свойства газополных фотоэлементов практически не сказываются.

Уровень помех газополного фотоэлемента (собственный уровень помех), прослушиваемый в громкоговорителях как высокий шипящий звук, достаточно велик; это является крупным принципиальным недостатком данного типа фотоэлементов по сравнению с вакуумными.

В особенности велик уровень помех у фотоэлементов с повышенной чувствительностью — выше 250 $\mu\text{A/Lm}$. Фотоэлементы с такой чувствительностью применять не рекомендуется, тем более, что большинство усилительной аппаратуры рассчитано на применение фотоэлементов с чувствительностью 100 — 150 $\mu\text{A/Lm}$.

Мы видим, таким образом, что газополный фотоэлемент, обладая перед вакуумным преимуществом в отношении чувствительности, уступает ему в отношении уровня помех. Но несмотря на это, он по сравнению с первым имеет преимущественное применение. Объясняется это кажущееся противоречие тем, что собственный шум киноленты значительно превышает помехи, создаваемые фотоэлементом, так что особого практического значения шум фотоэлементов не имеет, собственные же шумы усилительного устройства при применении газополных фотоэлементов резко снижаются за счёт уменьшения их чувствительности.

В заключение приведём сводную таблицу газополных фотоэлементов.

Т а б л и ц а 11

Тип	Чувствительность ($\mu\text{A/Lm}$)	Рабочее напряжение (V)	Потенциал зажигания (V)	Применение в аппаратуре
ЦГ-1	75—350	240	выше 320	Блок КА
ЦГ-2	75—350	240	» 310	К-25; КБ
ЦГ-3	75—350	240	» 290	16-ЗП; ЗКП-2
ЦГ-4	75—350	240	» 300	Блок КА; КЗС-22
ЦГ-5	75—350	240	» 315	К-25

Примечание. Уровень помех для всех типов фотоэлементов порядка —45 db.

ВНИМАНИЕ! 1. Фотоэлементы нужно хранить в тёмном месте, иначе светочувствительный слой (катод) разрушается, и фотоэлемент будет для работы непригоден.

2. То же происходит при хранении фотоэлемента в жарком месте.

3. От времени фотоэлемент «утомляется», теряет свою чувствительность. В некоторых случаях фотоэлемент, пролежав без работы, восстанавливает свои первоначальные свойства и может быть использован снова.

СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ НОРМАЛЬНЫХ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ

В усилительных устройствах, выпускаемых нашими заводами, используются два типа схем для включения фотоэлемента (рис. 61 и рис. 62).

Согласно схеме (рис. 61), фотоэлемент включается непосредственно через утчку сетки лампы R_p , которая одновременно служит нагрузочным сопротивлением фотоэлемента.

Во второй схеме (рис. 62) фотоэлемент включается через нагрузочное сопротивление R_n , с которого напряжение снимается на сетку электронной лампы через раздельный конденсатор C_1 . В обеих схемах катод фотоэлемента соединяется с сеткой электронной лампы.

Преимуществом первой схемы является её простота; недостатком же то, что постоянная составляющая тока фотоэлемента создаёт на сопротивлении R_p некоторое падение напряжения, зависящее от силы падающего на фотоэлемент света. Если сопротивление R_p сравнительно мало (не выше 200 тысяч ом), недостаток схемы рис. 61 практически не сказывается и её использование в этих условиях может быть безусловно рекомендовано.

При больших величинах сопротивления R_g (порядка 400 тысяч ом и выше) падение напряжения постоянной слагающей тока фотоэлемента может составить величину, соизмеримую с величиной смещения электронной лампы, в результате чего напряжение смещения на сетке лампы изменится и вызовет нарушение её нормаль-

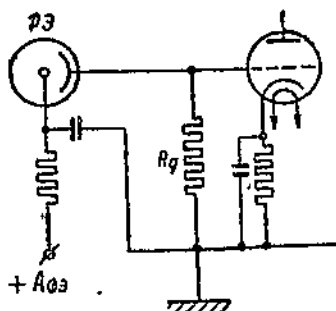


Рис. 61. Включение фотоэлемента на вход усилителя (вариант первый)

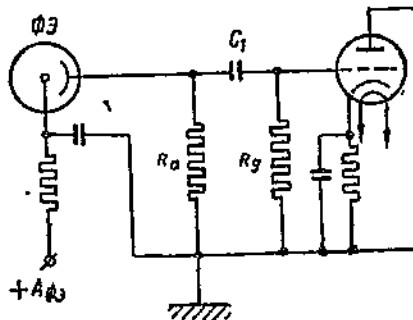


Рис. 62. Включение фотоэлемента на вход усилителя (вариант второй)

ного режима, т. е. появятся искажения. Поэтому в этих случаях следует предпочесть схему, изображённую на рис. 62, единственным недостатком которой является некоторая сложность.

Первый тип схемы (рис. 61) используется в усилительных устройствах УСУ-9, УСУ-3, ПУ-3, УК-25 и т. д., где величина сопротивления R_g составляет 120—200 тысяч ом.

В усилительных устройствах типа ПУ-12 и ПУ-13, где сопротивление R_g составляет 400 000 Ω и 1 М Ω , применяется второй тип схемы (рис. 62).

ФОТОЭЛЕМЕНТЫ СО ВТОРИЧНО-ЭЛЕКТРОННЫМ УМНОЖЕНИЕМ

В последнее время в звуковом кино начали применять фотоэлементы с вторично-электронным умножением (трубки).

В основу работы трубки положен тот самый динаatronный эффект, преодоление которого в электронных лампах было предметом многочисленных изысканий и опытов. Динаatronный эффект проявляется в том, что электроны, ударяясь с большой

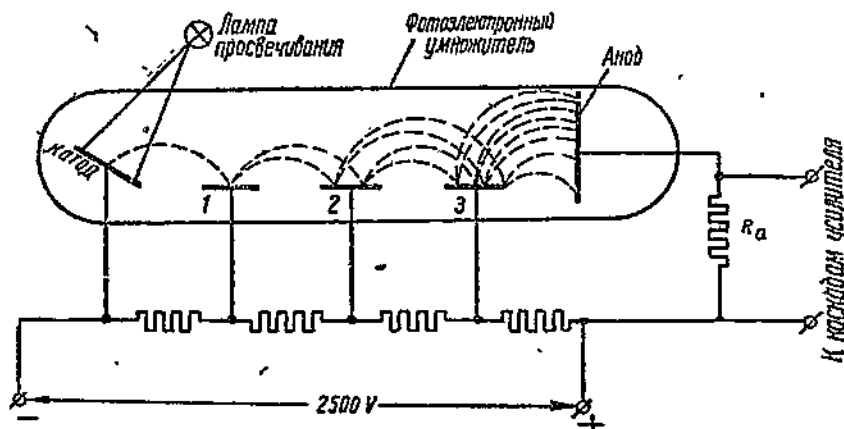


Рис. 63. Принципиальная схема фотоэлектронного умножителя
1, 2 и 3 — омитеры; R_a — нагрузочное сопротивление фотоэлектронного умножителя

силой об анод, выбивают из него так называемые вторичные электроны, движение которых зависит от расположения и конфигурации (формы) электродов. Количество выбиваемых одним электроном вторичных электронов зависит от обработки поверхности анода; при этом можно добиться того, чтобы отношение числа вторичных электронов к числу первичных было больше единицы (это отношение в некоторых случаях доходит до десяти).

Принцип конструкции фотоэлемента с вторично-электронным умножением заключается в следующем: световой поток, падая на светочувствительный слой фотокатода трубки, выбивает с его поверхности первичные электроны, которые попадают в ускоряющее поле первого электрода (эмиттера) 1 (рис. 63), имеющего положительный потенциал относительно катода.

Первичные электроны, ударяясь с большой скоростью о первый электрод, поверхность которого специально обработана (очувствлена), выбивают из него вторичные электроны, число которых будет в несколько раз больше числа первичных электронов.

Вторичные электроны, выбитые с первого эмиттера, под действием ускоряющего поля второго эмиттера, имеющего положительный потенциал относительно первого, ударяются о второй эмиттер, вызывая появление нового потока вторичных электронов, число которых будет во столько раз больше, во сколько число вторичных электронов, излученных первым эмиттером, больше числа первичных электронов.

Если число эмиттеров будет n , то поток вторичных электронов, возрастаая с каждым переходом с одного эмиттера на другой, достигает в последнем звене фотоэлектронного умножителя величины:

$$I = I_0 \sigma^n, \quad (6)$$

где I — ток в выходной цепи фотоэлемента умножителя (трубки);

I_0 — начальный электронный поток, излученный катодом;

σ — число выбитых вторичных электронов, отнесенное к числу электронов, излученных предыдущим эмиттером или катодом;

n — число эмиттеров.

Для того чтобы поток вторичных электронов имел вполне определенную траекторию движения, обеспечивающую переход электронов с одного эмиттера на другой, к фотоэлектронному умножителю прилагается магнитное поле (фотоэлемент-умножи-

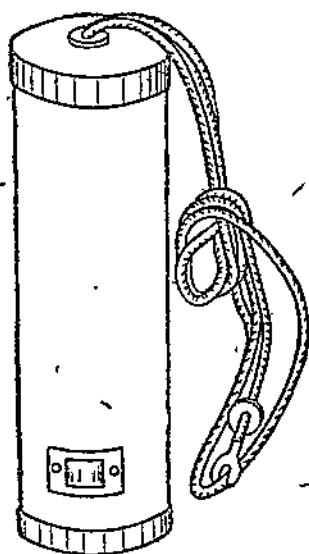


Рис. 64. Промышленный образец трубки Кубецкого (трубка находится в кожухе)

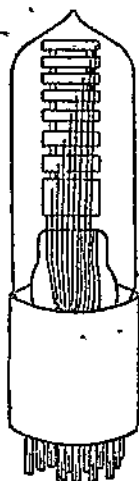


Рис. 65. Фотоэлектронный умножитель системы проф. Тимофеева

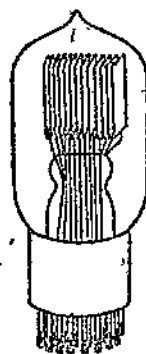


Рис. 66. Фотоэлектронный умножитель ФЭУ-13

тель Кубецкого) от постоянного магнита или же выбирают надлежащей конфигурации электроды и их расположением добиваются необходимого распределения электрического поля (в фотоэлектронных умножителях системы проф. Тимофеева и типа ФЭУ-13).

К электродам фотоэлектронного умножителя (эмиттеры и анод) подводится высокое напряжение (порядка 2000 — 2500 В), распределяемое так, что каждый последующий эмиттер имеет положительное напряжение относительно предыдущего.

В качестве источника высокого напряжения применяют кенотронный выпрямитель, собранный по однополупериодной схеме или по одной из схем умножения напряжения, например, схеме Грейнахера.

Распределение напряжения по отдельным эмиттерам производится через специальный делитель напряжения, составленный из сопротивлений (для этого используются сопротивления типа СС).

Основным достоинством фотоэлектронных умножителей по сравнению с нормальными фотоэлементами является возможность получить на их выходе значительно больший электрический ток на единицу светового потока, т. е. большую чувствительность.

Чувствительность фотоэлектронных умножителей доходит до 5 А на люмен. Такая высокая чувствительность умножителей позволяет в усилительных устройствах устранить каскады предварительного усиления, а следовательно, сильно упрощает разрешение вопроса устранения наводок и собственных шумов усилительного устройства.

Недостатком выпускаемых в настоящее время фотоэлектронных умножителей является то, что они имеют достаточно высокий уровень помех, не говоря уже о необходимости дополнительного источника питания высокого напряжения ¹⁾, а также необходимости стабилизации (около $\pm 0,5\%$) напряжения питания фотоэлектронного умножителя.

Эксплуатационные свойства усилительных устройств, использующих фотоэлектронные умножители, в настоящее время изучаются.

В заключение приведем данные наиболее распространенного электронного умножителя типа ФЭУ-13:

- 1) нормальное общее напряжение 2150 В;
- 2) нормальное каскадное напряжение 150 В;
- 3) нормальное анодное напряжение 200 В;
- 4) суммарная постоянная составляющая темнового тока 2 мА;
- 5) допустимая постоянная составляющая анодного тока 1,5 мА;
- 6) выходная чувствительность 0,63 — 0,67 А/Лп;
- 7) гарантированный срок службы 500 час.

¹⁾ В ряде организаций ведутся работы по конструированию фотоэлектронных умножителей, рассчитанных на напряжение питания порядка 750 В.

ГЛАВА II

ДЕТАЛИ УСИЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Качество и стабильность работы усилительного устройства в основном определяются свойством входящих в него деталей и правильным выбором режима работы последних. Учитывая, что каждая деталь устройства должна отвечать определённым требованиям в отношении электрической прочности, мощности рассеивания и т. д., ниже даются описания основных деталей схем усилительных устройств.

КОНДЕНСАТОРЫ

Если взять две близко расположенные, но не касающиеся друг друга металлические пластины и подключить к ним источник постоянного тока, то, как показывает опыт, эта система, носящая название **конденсатор**, получит некоторый электрический заряд, величина которого зависит от приложенного напряжения и данных конденсатора (площади пластин, расстояния между ними и свойствами слоя, разделяющего пластины).

Чем больше поверхность пластин и чем меньше расстояние между ними, тем больший заряд может накопить конденсатор при заданном напряжении. Свойство конденсатора накапливать заряд характеризуется его ёмкостью.

После заряда конденсатора, когда напряжение на его пластинах, называемых обкладками, сравнивается с напряжением источника постоянного тока, в цепи источника (если исключить возможные утечки) тока принципиально наблюдаться не будет, и конденсатор после зарядки представляет собой разрыв цепи постоянного тока.

Если же обкладки конденсатора подключить к источнику переменного напряжения, то конденсатор, накопив заряд в течение четверти периода, израсходует его в течение второй четверти периода и, таким образом, в случае питания конденсатора от источника переменного тока в цепи будет наблюдаться переменный ток. Величина переменного тока зависит от величины приложенного напряжения, ёмкости конденсатора и кроме того (как показано ниже) от частоты приложенного переменного напряжения.

Свойство конденсатора — не пропускать постоянного тока и пропускать переменный ток — широко используется в усилительной технике.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

К основным электрическим свойствам конденсаторов относятся: ёмкость, сопротивление изоляции, электрическая прочность.

ЁМКОСТЬ КОНДЕНСАТОРА. Величина ёмкости конденсатора, состоящего из нескольких пластин, соединённых параллельно, выражается:

$$C_{см} = \frac{0,08 \cdot \epsilon \cdot S (n-1)}{d}, \quad (7)$$

где 0,08 — коэффициент с точностью, большей чем 1%, заменяющий величину $\frac{1}{4} \pi$; S — площадь пластин в кв. см (одной стороны); n — полное число пластин конденсатора, d — расстояние между пластинами в см; ϵ — диэлектрическая постоянная материала прокладок.

Следовательно, ёмкость всякого конденсатора определяется в основном тремя факторами:

- площадью обкладок (пластин),
- расстоянием между обкладками,
- свойствами диэлектрика между обкладками.

Диэлектрик	*	Диэлектрик	*
Бумага	1,7—3,5	Кварц	3,4—4,5
Парафин	2,0—2,25	Пертинакс	4,5
Эбонит	2,0—3,5	Бакелит	4,0—8,0
Масло трансформаторное	2,1—2,5	Целлулоид	4,0—10,0
Прессшпан	2,5—4,0	Масло касторовое	4,7
Асфальт	2,7	Миканит	4,5—6,0
Шеллак	2,7—3,7	Стекло	5,0—8,0
Слюда	3,0—8,0	Мрамор	8,0
Галалит	3,4—3,7	Карболит	2,4—2,7

$$1 \text{ F} = 10^6 \mu\text{F} = 10^{12} \mu\mu\text{F} = 9 \cdot 10^{11} \text{ см};$$

$$1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F} = 10^6 \mu\mu\text{F} = 900\,000 \text{ см};$$

$$1 \mu\mu\text{F} = 10^{-12} \text{ F} = 10^{-6} \mu\text{F} = 0,9 \text{ см};$$

$$1 \text{ см} = 1,1 \mu\mu\text{F} = \frac{1}{9} \cdot 10^{-5} \mu\text{F} = \frac{1}{9} 10^{-11} \text{ F}.$$

Показатель степени означает, что к единице надо прибавить столько нулей, сколько единиц в показателе степени: $10^6 = 1\,000\,000$, $10^4 = 10\,000$, $9 \cdot 10^{11} = 9\,000\,000\,000\,000 = 900\,000\,000\,000$.

Если показатель степени отрицательный, то это означает, что единицу надо разделить на единицу с числом нулей, равным показателю степени:

$$10^{-6} = \frac{1}{1\,000\,000} = \frac{1}{10^6}; \quad \frac{1}{9} \cdot 10^{-5} = \frac{1}{9 \cdot 10^5} = \frac{1}{900\,000}.$$

Что такое фарада (F). Конденсатором ёмкостью в 1 фараду называется такой конденсатор, которому надо сообщить 1 кулон электричества, чтобы напряжение на его обкладках было равным 1 В.

Что такое сантиметр ёмкости (см). Происхождение единицы сантиметра ёмкости таково; ёмкостью в 1 см обладает конденсатор, одна обкладка которого представляет собою шар радиусом в 1 см, а вторая обкладка удалена от первой на расстояние, равное бесконечности.

$$1 \text{ см ёмкости} = 1,1 \mu\mu\text{F}; \quad 1 \mu\mu\text{F} = 0,9 \text{ см}.$$

Для того чтобы перевести сантиметры в микромикрофарады, надо число сантиметров помножить на 1,1. Следовательно, $100 \text{ см} = 100 \cdot 1,1 \mu\mu\text{F} = 110 \mu\mu\text{F}$.

Для того чтобы перевести микромикрофарады в сантиметры, надо число микромикрофарад помножить на 0,9, следовательно, $100 \mu\mu\text{F} = 100 \cdot 0,9 \text{ см} = 90 \text{ см}$.

Изменение температуры вызывает изменение ёмкости конденсаторов.

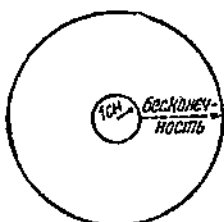


Рис. 67. Графическое изображение величины ёмкости в сантиметрах

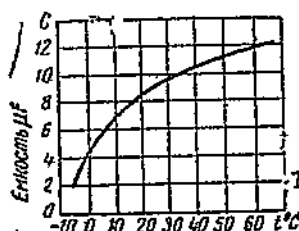


Рис. 68. Зависимость ёмкости электролита от температуры

Повышение температуры вызывает в слюдяных конденсаторах увеличение ёмкости. Изменение ёмкости может достигать до 0,1—0,5% на 1°C .

При нормальных температурах изменения ёмкости бумажных парафинированных конденсаторов незначительны. При повышении температуры ёмкость электролити-

ческих конденсаторов несколько увеличивается и, наоборот, понижение температуры вызывает резкое снижение ёмкости (рис. 68), объясняемое тем, что при охлаждении возрастает удельное сопротивление рабочего электролита.

При возвращении электролитического конденсатора к нормальной температуре величина ёмкости восстанавливается. Ёмкость конденсаторов может изменяться с течением времени.

ВНИМАНИЕ! Электролитические конденсаторы не могут работать при температурах ниже -5°C и выше $+45^{\circ}\text{C}$.

СОПРОТИВЛЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ. Диэлектрик, помещённый между обкладками конденсатора, всегда имеет некоторую утечку, величина которой изменяется в зависимости от: а) времени выдержки под напряжением; б) величины напряжения; в) температуры; г) влажности.

Чтобы избежать влияния влажности на сопротивление изоляции, конденсаторные секции помещают в металлические кожуха, залитые сверху специальной массой (асфальтовым компаундом).

Сопротивление изоляции конденсатора, находящегося под напряжением (рабочее значение), с течением времени возрастает, а следовательно, уменьшается ток утечки. Повышение напряжения вызывает уменьшение сопротивления изоляции конденсатора. Сопротивление изоляции уменьшается при повышении температуры и влажности.

Бумажные конденсаторы менее устойчивы в отношении влажности, чем слюдяные, так как бумага, несмотря на пропитку парафином, гигроскопична.

Несмотря на герметическую заделку конденсаторов в них проникает влага из-за недостаточной плотности пайки корпуса и недостаточно надёжной заливки массой. Кроме того из-за оседания влаги и пыли между выводами конденсатора наблюдается возрастание тока утечки.

Изоляционная пластина (обычно гетинакс), на которой осуществлены выводы конденсатора, обладает свойством в определённой степени поглощать влагу и такое же является местом утечки.

Нормальная работа конденсаторов слюдяных, бумажных и электролитических происходит обычно при вполне определённых температурах окружающего воздуха. Поэтому для каждого типа конденсаторов заводы указывают температуру, при которой должен работать конденсатор (см. табл. 15).

Для бумажных конденсаторов сопротивление изоляции составляет около $500 - 1000 \text{ M}\Omega$ на 1 pF .

В электролитических конденсаторах вместо сопротивления изоляции обычно указывается ток утечки. При рабочем напряжении в течение нескольких часов (2 — 5) ток утечки постепенно снижается и достигает определённого значения.

От времени при хранении в нерабочем состоянии электролитические конденсаторы «расформовываются», т. е. имеют значительный ток утечки.

При включении в цепь и при подведении к ним их рабочего напряжения электролитические конденсаторы через 4—5 мин. восстанавливаются — ток утечки падает. При неправильном включении или повышении температуры ток утечки быстро возрастает. У высоковольтных электролитических конденсаторов ток утечки больше, чем у низковольтных.

Утечка конденсаторов и явления диэлектрического гистерезиса вызывают потери энергии в них при питании конденсатора переменным током. Однако в усилительных и выпрямительных цепях, за исключением первого конденсатора-фильтра, с этими явлениями считаться не приходится, так как потери в этих цепях относительно весьма малы. О режиме работы первого конденсатора-фильтра см. раздел «Специфика применения конденсаторов» (стр. 50).

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ. Под электрической прочностью конденсатора принято понимать его способность противостоять разрушающему действию приложенного к нему электрического напряжения.

Электрическая прочность конденсатора характеризуется следующими величинами: а) рабочим напряжением, т. е. тем максимальным напряжением, при котором конденсатор работает нормально, не выходя из строя в течение длительного времени;

б) испытательным напряжением, которое конденсатор выдерживает в течение определённого времени при испытании;

в) пробивным напряжением, при котором конденсатор пробивается.

Опытом установлено, что между этими величинами существует совершенно определённая зависимость. Она определяется тем, что длительная работа конденсатора

под напряжением вызывает его старение, если только величина рабочего напряжения превышает определяемое при испытаниях значение.

Величина испытательного напряжения для бумажных конденсаторов должна быть в 2 — 3 раза выше рабочего, что и указывается на этикетках. Так например, на нормальных конденсаторах БК указывается испытательное напряжение 800 В, при рабочем напряжении — 300 В.

Конденсаторы, к которым применяют режим, указанный заводом, работают тысячи часов.

На снижение рабочего напряжения влияют: влажность и температура (выше 40 — 50° С).

На электролитиках указывается не испытательное, а «пиковое» или максимальное напряжение, которое значительно меньше отличается от рабочего, чем в бумажных или слюдяных конденсаторах.

Работа электролитиков при «пиковом» напряжении не допускается.

КОНДЕНСАТОРЫ В ЦЕПЯХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Конденсатор, включённый в цепь, к которой приложено переменное напряжение, в частности звуковой частоты, оказывает прохождению тока так называемое ёмкостное сопротивление, величина которого может быть определена согласно следующей таблице.

Таблица 13

Ёмкостные сопротивления конденсаторов (в омах)

Для частоты в периодах При ёмкости	50	100	500	1000	5000	10000
10 см	290000000	145000000	29000000	14500000	2900000	1450000
50 »	57500000	29000000	5750000	2900000	575000	290000
250 »	11500000	5750000	1150000	575000	115000	57500
1000 »	2900000	1450000	290000	145000	29000	14500
2000 »	1450000	720000	145000	72000	14000	7250
5000 »	575000	290000	57500	29000	5750	2900
25000 »	115000	57500	11500	5750	1150	575
0,1 мкФ	32000	16000	3200	1600	320	160
0,5 »	6400	3200	640	320	64	32
1,0 »	3200	1600	320	160	32	16
2,0 »	1600	800	160	80	16	8
4,0 »	800	400	80	40	8	4
10,0 »	320	160	32	16	3,2	1,6
20,0 »	160	80	16	8	1,6	0,8

Следовательно, чем ниже частота, тем больше ёмкостное сопротивление, и наоборот. Для подсчёта ёмкостного сопротивления служит выражение:

$$R_c = \frac{159\,000}{f \cdot C} = \Omega, \quad (8)$$

где: R_c — ёмкостное сопротивление в омах, C — ёмкость в микрофарадах, f — частота в пер/сек.

ВКЛЮЧЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ

В ряде схем применяют конденсаторы, включённые в параллель.

Общая ёмкость конденсаторов, включённых в параллель, вычисляется по формуле:

$$C_{общая} = C_1 + C_2 + C_3 \text{ и т. д.} \quad (9)$$

Следовательно, при параллельном соединении конденсаторов общая их ёмкость увеличивается.

При параллельном включении конденсаторов их пробивное напряжение равно пробивному напряжению каждого из них.

При последовательном соединении конденсаторов общая ёмкость будет равна:

$$\frac{1}{C_{\text{общей}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \text{ и т. д.} \quad (10)$$

Следовательно, при последовательном соединении конденсаторов общая их ёмкость будет меньше каждого из них.

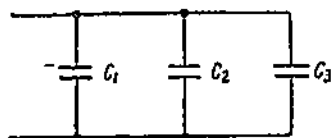


Рис. 69. Включение конденсаторов в параллель

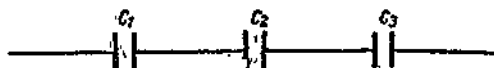


Рис. 70. Последовательное включение конденсаторов

В ряде схем применяют два или больше конденсаторов, включённых последовательно; это делают с целью увеличить их общее пробивное напряжение.

Общее пробивное напряжение будет равно сумме пробивных напряжений каждого из них.

Например, конденсатор C_{14} в УЗК-9 состоит из двух конденсаторов по $0,2 \mu\text{F}$ с испытательным напряжением в 600 V , включённых последовательно. Общее испытательное напряжение возрастает в этом случае до 1200 V , что обеспечивает надёжную работу конденсаторов C_{14} .

КОНДЕНСАТОРЫ ПОСТОЯННОЙ ЁМКОСТИ

В звуковом кино применяются конденсаторы постоянной ёмкости и в некотором количестве полупеременные конденсаторы.

Конденсаторы постоянной ёмкости делятся по типу диэлектрика на: 1) бумажные, 2) слюдяные и 3) электролитические.

БУМАЖНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ. В конденсаторах этого типа в качестве диэлектрика применяется так называемая конденсаторная бумага. От качества применяемой бумаги и её обработки зависит качество конденсатора. Бумага пропитывается: а) парафином, который доводит до определённой температуры нагрева, но не до кипения, иначе изолирующие свойства парафина будут весьма низки; б) минеральным маслом.

Бумажные конденсаторы изготавливаются из двух длинных полос оловянной фольги (станноля), имеющих выводы от каждой полосы, между которыми и поверх которых прокладываются листы бумаги. Заготовленные таким образом листы станноля и бумаги закатываются на картонную пластину. Получается так называемая «конденсаторная секция» (рис. 71).

Готовые конденсаторные секции опускаются в горячий парафин, в результате чего бумага пропитывается им. После этого конденсаторные секции идут на сборку.

В конденсаторах бывает по нескольку секций, соединённых между собой. Конденсаторные секции помещают в жестяный крашенный корпус (во избежание покрытия ржавчиной) и заливают парафином, сквозь слой которого выходят два или больше концов (в зависимости от типа конденсатора). Концы присоединяются к выводам, замонтированным на гетинаксовой панельке, укрепляемой поверх парафиновой заливки. Гетинаксовая панелька заливается асфальтовым компаундом. Снаружи остаются лишь выводные концы, к которым припаиваются концы проводников схемы (рис. 72). Так устроены бумажные конденсаторы «старого» типа.

В последнее время на рынок выпускаются бумажные конденсаторы типа БК («бумажный конденсатор»), внешний вид которых изображён на рис. 73.

Имея малые габариты и высокую диэлектрическую прочность, БК предназначены для работы при напряжении постоянного тока в 200 V и выдерживают напряжение в течение одной минуты до 800 V . БК изготавливаются на величину ёмкости от $3000 \mu\text{F}$ до $50\,000 \mu\text{F}$ и могут работать при температуре, равной -50°C , и влажности не выше 70% .

Все вышеописанные бумажные конденсаторы обладают не только ёмкостью, но и самоиндукцией, объясняемой их конструктивными данными (конденсаторная секция, состоящая из длинных полос станноля, свёрнутых в рулон, образует ряд витков, благодаря чему секция обладает некоторой самоиндукцией). В цепях радиоприёмников такие конденсаторы вносят ряд неприятностей (это относится только к радио-

приёмникам), а поэтому заводы выпускают безиндукционные конденсаторы типа БИК («безиндукционный конденсатор»).

Конструктивно конденсаторы БИК сделаны несколько иначе, чем конденсаторы БК. У конденсаторов БИК полосы фольги, изолированные между собой бумажной полосой пропарафинированной бумаги, складываются так, чтобы одна полоса фольги выдавалась с одной стороны рулона, а вторая — с другой. Таким образом полосы

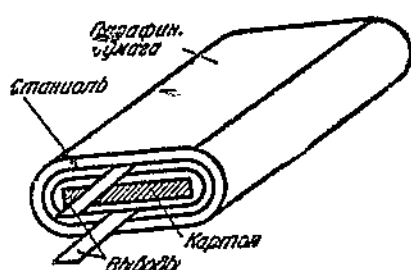


Рис. 71. Устройство конденсаторной секции

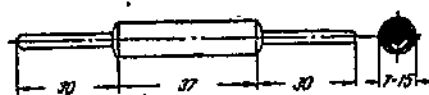


Рис. 73. Конденсаторы типа БК

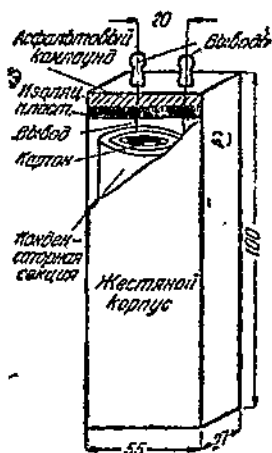


Рис. 72. Устройство бумажного конденсатора

металлической фольги, свёрнутой в рулон, сплавляются на торцах рулона. Кроме того наружная обкладка конденсатора БИК выполняет роль экрана, когда она соединяется с заземлёнными точками схемы (на конденсаторах эта обкладка имеет соединение с выводом, снабжённым надписью «верхняя обкладка»).

Конденсаторы типа БИК (рис. 74) изготавливаются ёмкостью в 0,1 и 0,5 μF . При этом конденсаторы в 0,1 μF бывают двух типов, а именно: БИК 0,1/500 и БИК 0,1/800; первый из них рассчитан на испытательное напряжение в 500 В, а второй — в 800 В. Конденсаторы БИК 0,5/600 рассчитаны на 600 В испытательного напряжения.

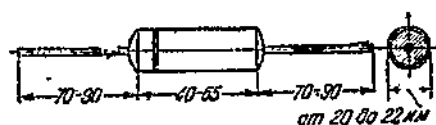


Рис. 74. Внешний вид конденсатора БИК

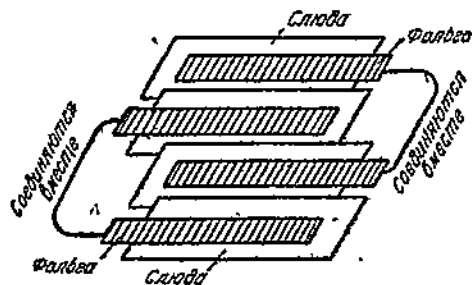


Рис. 75. Устройство слюдяного конденсатора

Конденсаторы типа БК и БИК широко применяются в усилительной аппаратуре звукового кино (например, как «переходные конденсаторы» в цепях звуковой частоты).

СЛЮДЯНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ. Конденсаторы этого типа собираются из отдельных полосок станиоля, перекладываемых пластинками слюды (рис. 75). Полоски станиоля соединяются через одну, параллельно, образуя две обкладки конденсаторных секций.

Готовые секции конденсаторов помещаются: 1) в щёлки из прессованного картона или слюды, которые спрессовываются и склеиваются латунными обоймами, или 2) в пластмассу путём запрессовывания.

Конденсаторы, указанные на рис. 76, А, обычно имеют ёмкость от 30 до 10 000 см, при испытательном напряжении в 500 В.

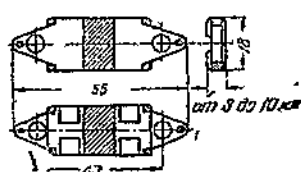
СВОДНАЯ ТАБЛИЦА

по бумажным конденсаторам постоянной ёмкости (применяемым в усилительной аппаратуре звукового кино)

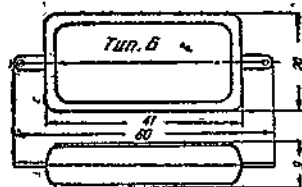
№ по каталогу	Номиналь- ная ёмкость	Напряжение постоянного тока V		Сопротивление изоляции МЭ	Отклонение ём- кости от номи- нала в %	Корпус				Вес в г
		рабочее	испытательное			материал	размеры в мм			
							а	б	в	
Б-103 ¹⁾	0,1 мкФ	200	400	1000	±10	жесть	10	40	60	45
Б-302 ¹⁾	0,1 »	300	600	1000	±10	»	10	40	60	45
БК-2 ²⁾	0,1 »	—	600	—	—	картон	—	—	—	—
Б-901 (БИК) ²⁾	0,1 »	300	800	1000	±10	»	20	40	—	20
Б-902 (БИК) ²⁾	0,1 »	400	800	1000	±10	»	20	40	—	20
Б-104 ¹⁾	0,25 »	200	400	800	±10	жесть	10	40	60	45
Б-303 ¹⁾	0,25 »	300	1000	600	±10	»	20	40	60	70
Б-903 (БИК) ²⁾	0,25 »	400	800	800	±10	картон	22	40	—	25
Б-904 (БИК) ²⁾	0,5 »	300	600	400	±10	»	22	65	—	32
Б-105 ¹⁾	0,5 »	200	400	400	±10	жесть	20	40	60	70
Б-305 ¹⁾	1 »	300	600	500	±10	»	30	40	110	175
Б-401 ¹⁾	1 »	400	1000	1000	+10—20	»	30	40	110	200
Б-410 ¹⁾	1 »	400	1500	—	+10—30	»	26	43	112	190
Б-107 ¹⁾	2 »	200	400	100	±10	»	40	40	60	150
Б-306 ¹⁾	2 »	300	600	200	±10	»	30	40	110	200
Б-110 ¹⁾	2 »	200	600	50	+1—5	»	26	43	112	195
			1000	50	-25					
Б-802 (БК) ²⁾	6500 мкФ	400	800	500	±20	картон	8	37	—	2,8
Б-804 (БК) ²⁾	10000 »	400	800	500	±20	»	9	37	—	3,0
Б-806 (БК) ²⁾	15000 »	400	800	500	±20	»	9	37	—	3,0
Б-808 (БК) ²⁾	25000 »	400	800	500	±20	»	11	37	—	3,7
Б-810 (БК) ²⁾	40000 »	400	800	500	±20	»	13	37	—	4,0
и другие										

Конденсаторы с латунными обоймами, являясь устаревшей конструкцией, обладают рядом недостатков в отношении надёжности контакта и постоянства ёмкости.

Конденсаторы, запрессованные в пластмассу, представляют собой значительное усовершенствование старых типов, а поэтому находят широкое применение в аппаратуре звукового кино.



А



Б

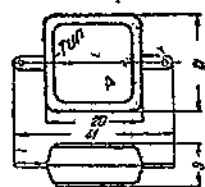


Рис. 76. Внешний вид слюдяных конденсаторов, заделанных:

А — в щечки из картона, Б — в пластмассу

Конденсаторы, запрессованные в пластмассу, выпускаются двух типов: квадратной формы (тип «А»), рассчитанный на рабочее напряжение в 1000 В при испытательном напряжении в 3000 В; прямоугольной формы (тип «Б»), рассчитанный на рабочее напряжение в 3000 В при испытательном напряжении в 7000 В.

Конденсаторы этих типов выпускаются на ёмкость от 150 до 3000 μF .

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ. Пластина алюминиевой фольги (толщиной около 0,1 мм), соединённая с плюсом источника постоянного тока (на-

1) Выводы сверху.

2) Выводы с боков.

пример; динамомашинной) и погруженная в алюминиевую ванну, соединенную с минусом источника тока и наполненную раствором смеси молибденовокислого и лимоннокислого аммония, при включении тока подвергается формовке.

Большой ток, проходящий через ванну, быстро спадает и примерно через час пластина алюминиевой фольги оказывается покрытой тонким сероватым налётом — оксидной плёнкой.

Оказывается, что алюминиевая фольга, покрытая такой оксидной плёнкой, обладает свойством односторонней проводимости, т. е. в одном направлении ток через оксидную плёнку пройти может, а в обратном нет.

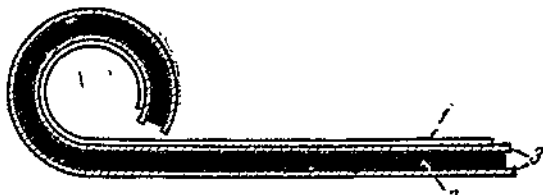


Рис. 77. Устройство электролитического конденсатора

рине (электролит) 2, затем прокладывают полосу неоксидированной алюминиевой фольги 3 и, наконец, полосы фильтровальной бумаги или материи, пропитанной электролитом 2.

Вся эта система на специальном станке или вручную сворачивается в плотный рулон, вторично формуется, после этого рулон помещается в алюминиевый цилиндр-кожух, залитый сверху асфальтовым компаундом и закрытый изоляционной пластиной (эбопит).

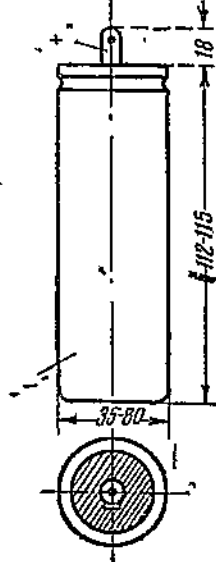


Рис. 78. Высоковольтный электролитический конденсатор

(общий вид)

Алюминиевый цилиндр (—) соединяют с алюминиевой фольгой, не покрытой слоем оксида, а алюминиевую фольгу, покрытую слоем оксида, с выводом на конденсаторе (+) (рис. 78).

Следовательно, электролитические конденсаторы обладают полярностью, объясняемой односторонней проводимостью оксидной плёнки.

К недостаткам электролитических конденсаторов в основном необходимо отнести пониженное сопротивление изоляции (значительный ток утечки), что заставляет эти конденсаторы ставить в такие цепи, где ток утечки роли не играет (например, фильтры, развязывающие ячейки и т. п.).

При монтаже электролитические конденсаторы крепятся в вертикальном положении выводом кверху. Это делают с той целью, чтобы из них не вытекал рабочий электролит.

В схемах американских усилительных устройств последовательно с электролитическими конденсаторами включают предохранители на 0,1 А, которые перегорают в том случае, когда электролитики будут пробиты. Этим самым устройство предохраняется от порчи.

Заводы выпускают как «низковольтные», так и «высоковольтные» электролитические конденсаторы. Конструктивно те и другие оформлены одинаково. Отличие их являются габариты, которые так же, как и остальные данные, приведены в табл. 15.

Описанные выше электролитические конденсаторы называются сухими. Кроме сухих электролитических конденсаторов существуют полусухие и так называемые мокрые электролитические конденсаторы, которые в отличие от сухих имеют следующие преимущества:

- 1) способность самовосстанавливаться при пробое их высоким напряжением, в то время как сухой электролитик при пробое становится окончательно негодным для дальнейшей работы и требует замены;
- 2) способность длительно выдерживать напряжение, значительно превышающее рабочее напряжение;
- 3) наличие большого начального тока утечки, в результате чего напряжение на клеммах выпрямителя до момента разогрева подогревных ламп не достигает чрезмерных величин, опасных для ряда деталей схемы устройства (например, «переходных конденсаторов»);
- 4) отсутствие дефицитного сырья (глицерина);
- 5) низкую стоимость.

Таблица 15
Электролитические конденсаторы с электролитом пропанового типа и их применение в аппаратуре звукового кино

Тип или номер по каталогу	Напряжения V	Отклонение ёмкости от номинала (%)	Ток утечки ¹⁾ (мА/мкФ)	Допустимая величина не восстанавли- ваемой ём- кости ²⁾ (%)	Применяется в типах аппаратуры	Максималь- ная рабочая температура (°С)	К о р п у с				Вес (г)	
							Материал	Размеры в мм				
								Диаметр	Высота	Площадь намотки		
Э-101	450	525	-20 +50	0,1	5	ПУ-13; УК-25; УКМ-25; ПУ-12; ПУ-10; ПУ-9	Алюминий	35	112	—	—	120
Э-102	450	525	-20 +50	0,1	5		»	35	112	—	—	100
Э-103	400	450	-20 +50	0,1	5		»	35	112	—	—	120
Э-104	400	450	-20 +50	0,1	5		»	35	112	—	—	100
Э-105 ³⁾	350	400	-20 +50	0,1	5		»	35	112	—	—	120
Э-106	350	400	-20 +50	0,1	5		»	35	112	—	—	100
Э-107	250	300	-20 +50	0,1	5		»	35	112	—	—	120
Э-108	250	300	-20 +50	0,1	5		»	35	112	—	—	100
ЭК-4 ³⁾	4	8	-20	1	10	УСУ-9; ПУ5.3	»	20	50	—	—	25
Э-201	40	50	-20 +50	0,01	—		»	35	112	—	—	100
Э-202	40	50	-20 +50	0,01	—		»	35	112	—	—	100
Э-203	40	50	-20 +50	0,01	—		»	45	115	—	—	150
Э-204	40	50	-20 +50	0,01	—		»	65	115	—	—	350
Э-205	12	15	-20 +50	0,001	—	УКМ-25	»	35	112	—	—	100
Э-206	12	15	-20 +50	0,001	—		»	35	112	—	—	120
Э-207	12	15	-20 +50	0,001	—		»	45	115	—	—	150
Э-208	12	15	-20 +50	0,001	—		»	65	115	—	—	360
Э-209	12	15	-20 +50	0,001	—		»	80	115	—	—	630
Э-210	12	15	-20 +50	0,001	—		»	80	115	—	—	640
Э-301	15	20	-20 +50	0,001	—		»	15	—	—	—	10
Э-302	15	20	-20 +50	0,001	—		Картон	15	—	—	—	12

1) При рабочем напряжении через 1 минуту после включения.
2) Процент от рабочего напряжения.
3) Минус на корпус.

«Высоковольтные» мокрые электролитические конденсаторы внешне оформлены в алюминиевый цилиндр габаритом 110×35 мм, верхний (открытый) конец цилиндра закрыт путём закатки клапаном с резиновой прокладкой. Назначение клапана¹⁾, с одной стороны, не позволить вылиться электролиту, а с другой — обеспечить возможность выхода газов и паров воды, образовавшихся внутри конденсатора. В некоторых типах мокрых электролитических конденсаторов для выхода газов сделаны отверстия в дне, которые при вертикальном креплении конденсатора оказываются вверх.

ВНИМАНИЕ! Располагай электролитические конденсаторы таким образом, чтобы не происходило их подогревания другими деталями. В противном случае конденсаторы будут пробиты.

Мокрые конденсаторы, как и сухие, полярны. Plusовым электродом служит штырёк, проходящий через резиновую пробку, а минусом — корпус.

Мокрые конденсаторы могут работать лишь в вертикальном положении.

Форма алюминиевых анодов мокрых конденсаторов бывает или в виде гофры, или спиральной с отверстиями.

В качестве электролита употребляется водный раствор борной кислоты и борнокислого аммония.

Мокрые конденсаторы после длительных перерывов в работе (9 — 10 месяцев) должны быть подвергнуты тренировке (формовке).

Допустимыми пределами температуры для мокрых конденсаторов считаются от 0 до $+60^\circ \text{C}$.

КОНДЕНСАТОРЫ ПОЛУПЕРЕМЕННЫЕ

В усилителях звукового кино применяются для коррекции так называемые полупеременные конденсаторы, имеющие следующее устройство (рис. 79).

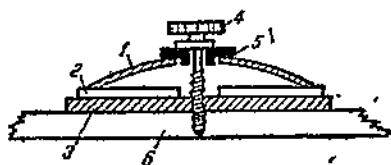


Рис. 79. Устройство полупеременного конденсатора

Круглая металлическая изогнутая пластина 1, имеющая в центре отверстие, располагается над второй пластинкой 3, лежащей на поверхности металлического шасси усилителя 6. Для того чтобы пластина 1 не имела электрического контакта со второй пластинкой 3, между ними проложена слюдяная прокладка — диэлектрик 2. Полупеременный конденсатор при регулировке усилителя на заводе подстраивается, т. е. его пластинка 1 с помощью винта 4, изолированного от нее муфтой 5, может быть приближена или удалена от второй пластины, чем и достигается изменение величины емкости. В шасси усилителя 6 имеется отверстие с нарезкой, в которое и ввинчивается винт 4.

СПЕЦИФИКА ПРИМЕНЕНИЯ КОНДЕНСАТОРОВ

При описании различных типов конденсаторов, было указано на их специфические особенности. Здесь же поговорим о тех электрических цепях, куда можно включать тот или иной тип конденсаторов.

Конденсаторы бумажные и слюдяные в основном применяются в тех цепях, где от конденсаторов требуется высокая изоляция. Емкость конденсаторов в этих цепях имеет величину от нескольких μF до $2\mu\text{F}$ (см. спецификации усилителей).

Такой электрической цепью будет, например, участок цепи между анодом электронной лампы L_1 первого каскада и цепью сетки лампы L_2 второго каскада, т. е. конденсатор C_2 (рис. 80, А). Этот конденсатор C_2 носит название переходного или разделительного. Его назначение — создать путь переменной слагающей из анодной цепи лампы L_1 в сеточную цепь лампы L_2 и преградить путь постоянной слагающей анодного тока лампы L_1 от попадания его в цепь сетки L_2 .

Из схемы видно, что эта задача может быть разрешена успешно лишь в том случае, если сопротивление утечки конденсатора несоизмеримо велико по сравнению с сопротивлением лампы L_2 (более подробно см. главу «Усиление низкой частоты»).

¹⁾ Клапан должен быть при креплении конденсаторов вверх, иначе газы выходить не смогут, и конденсатор может взорваться.

Ёмкость переходного конденсатора C_2 , как указано выше, берётся порядка от нескольких μF до $2\text{ }\mu\text{F}$ в зависимости от расчёта. Её выбор может быть осуществлён также по табл. 24 (стр. 112—113).

Примером применения бумажных и слюдяных конденсаторов может также быть цепь коррекции усилителей (цепь, по которой проходит переменный ток звуковой частоты), о чём более подробно см. ниже, в разделе «Усиление низкой частоты».

Схема (рис. 80, Б) служит примером применения бумажных или слюдяных конденсаторов. Назначение этих конденсаторов C_1 и C_2 или конденсатора C (ёмкостью не выше $0,25\text{ }\mu\text{F}$) — защитить работу усилительного устройства от высокочастотных (радиопередача) и низкочастотных (например, наводки трансляционной линии) помех. В некоторых случаях эти конденсаторы также способствуют снижению фона переменного тока.

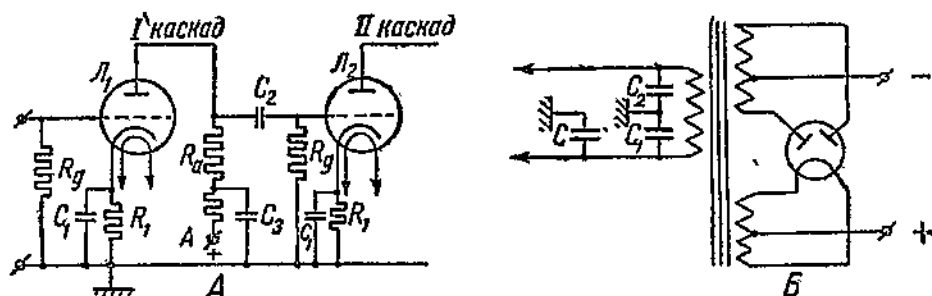


Рис. 80. Применение конденсаторов в цепях усилителя (схема А). Применение бумажных конденсаторов для блокировки сети в выпрямителях (схема Б).

В заключение можно указать, что как бумажные, так и слюдяные конденсаторы могут без ущерба для них применяться во всех цепях постоянного и переменного тока при одном лишь обязательном условии — напряжение на их обкладках не должно превышать значений рабочего напряжения.

Конденсаторы электролитические применяются в тех цепях, где от конденсаторов требуется относительно большая ёмкость и где величина тока утечки не играет существенной роли.

Основным условием применения электролитических конденсаторов является наличие поляризации конденсаторов, т. е. они могут применяться в тех цепях, где к конденсатору приложено пульсирующее напряжение, постоянная составляющая которого превосходит по величине переменную составляющую. Для высоковольтных цепей процентное отношение переменной составляющей к постоянной строго ограничено и не должно согласно техническим условиям превосходить 5%; в противном случае конденсатор из-за внутреннего нагрева может выйти из строя.

На основании сказанного можно привести следующие случаи применения электролитических конденсаторов: в цепях выпрямителей (рис. 81) в качестве блокирующей ёмкости смещающих сопротивлений; в качестве ёмкости развязывающей ячейки.

Во всех указанных цепях к конденсатору приложено пульсирующее напряжение, постоянная составляющая которого во много раз превосходит переменную составляющую¹⁾. Величина утечки в этих цепях не имеет существенного значения. В самом деле, для случая цепи выпрямителя ток, определяемый утечкой, несомненно мал в сравнении с током нагрузки, а следовательно, дополнительная нагрузка выпрямителя ничтожна. Для схемы блокировки смещающего напряжения ток утечки во много раз меньше тока через смещающее сопротивление, а следовательно, величина смещающего напряжения практически определяется только сопротивлением смещения. В случае применения конденсатора в развязывающей ячейке ток утечки опять же несомненно мал, потребляемый лампой, и таким образом, напряжение после ячейки зависит практически только от режима лампы.

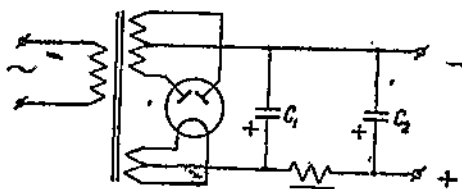


Рис. 81. Применение электролитических конденсаторов в фильтре выпрямителя.

¹⁾ Исключение может составить режим первого конденсатора фильтра, для которого переменная составляющая в некоторых случаях достигает до 15—20%. Применительно к этим условиям работы приходится выбирать максимальное значение выпрямленного напряжения с тем, чтобы пиковое значение напряжения не превышало номинального значения.

АВАРИИ АППАРАТУРЫ ИЗ-ЗА КОНДЕНСАТОРОВ

Наибольшее число аварий в усилительной аппаратуре звукового кино падает на конденсаторы фильтров. Конденсаторы фильтров выходят из строя по причинам: повышенного напряжения сверх нормально допустимого и изменения температуры и влажности.

Обнаружение аварий при пробитых конденсаторах фильтра: а) усилительное устройство не работает — отсутствует звук в зрительном зале; б) напряжение на клеммах высокого напряжения (анодные цепи и возбуждение) равно нулю; в) аноды кенотронов выпрямителя сильно греются; г) резко снижается напряжение, подводимое к выпрямителю; д) сильно греется силовой трансформатор и дроссели фильтров.

Аварии из-за разделительных конденсаторов: а) усилительное устройство не работает — звука в зале нет или он слабый; б) при измерении анодного тока в неисправной цепи он превосходит нормальное значение.

Пробитый конденсатор, шумящий сопротивление смещения, вызывает: а) сильные искажения при воспроизведении; б) при измерении напряжения на сопротивлении смещения оно равно нулю.

СОПРОТИВЛЕНИЯ

Омическое сопротивление как элемент схемы усилительного устройства встречается почти во всех цепях устройства.

Посредством омических сопротивлений в усилителях осуществляется, например, связь каскадов между собой, делители напряжения, нагрузочное или балластные сопротивления, регулировка сетевого напряжения и т. д.

Учитывая разнообразные области применения в схемах усилительных устройств, необходимо считаться с тем, что требования к сопротивлениям в зависимости от их назначения могут сильно различаться. Если для некоторых типов основным требованием является постоянство сопротивления во времени, то для других типов основными данными является величина рассеиваемой мощности.

Сопротивления по роду применения делятся на две группы: 1) сопротивления постоянные и 2) сопротивления переменные.

По способу изготовления сопротивления могут быть разбиты на: 1) сопротивления с активированным слоем (непроволочные) и 2) сопротивления проволочные.

СОПРОТИВЛЕНИЯ С АКТИВИРОВАННЫМ СЛОЕМ (непроволочные)

УСТРОЙСТВО. Постоянные сопротивления, получившие распространённое название «сопротивлений Каминского», имеют следующее устройство (рис. 82): на фарфоровый цилиндр-трубочку, служащий основанием, наносится слой активированного кокса, который и является «сопротивлением»; для защиты от внешних воздействий поверхность активированного слоя кокса покрывается слоем лака.

Для выводов от активированного слоя применяются латунные обжимы, имеющие или длинные латунные лапки (у старых сопротивлений, рис. 82, А), или куски проволоки (у «малых» сопротивлений, рис. 82, Б).

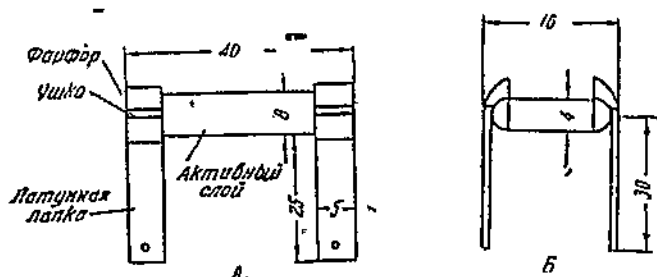


Рис. 82. Сопротивление с активированным слоем

А — сопротивление старого типа; Б — малое сопротивление

На сопротивлениях Каминского прежнего типа (рис. 82, А) величина сопротивления указывалась на лапке в виде цифр.

Одно время на этих сопротивлениях величина сопротивления указывалась путём окраски в тот или иной цвет обжимки латунной лапки; поперёк, когда закрашены оба ушка у одной из латунных обжимок, и вдоль, — когда закрашено по одному ушку у каждой из обжимок (причём на одной стороне, а не по диагонали).

Ниже приводится таблица значений раскраски сопротивлений Каминского прежнего типа.

«Малые» сопротивления обозначаются посредством закрепления на одной из выводовных проводочек картонной бирки, на которой выбиты цифры, указывающие величину сопротивления в омах.

Кроме указанных коксовых сопротивлений Каминского на рынке встречаются сопротивления типа СС.

Внешне сопротивления типа СС оформлены аналогично сопротивлениям прежнего выпуска, но активированный слой их имеет серую окраску (у сопротивлений Каминского прежнего выпуска окраска чёрная). Величина сопротивления выбита цифрами на латунной лапке.

В некоторых случаях в аппаратуре можно встретить сопротивления, у которых на поверхности активированной массы имеются разрывы в виде белых точек (рис. 83). Это сделано для уменьшения поверхности активированного слоя, т. е. для увеличения величины сопротивления (в случае отсутствия на заводе сопротивлений нужной величины).

К недостаткам описанных выше сопротивлений (за исключением сопротивлений типа СС) нужно отметить: 1) увеличение сопротивления от времени; 2) частые аварии (обрыв цепи), трески, шорохи из-за плохого контакта между активированным слоем и латунной обжимкой лапки (у «старого» и «малого» типов); 3) наличие шумов, которые прослушиваются при работе усилительной аппаратуры, вызванные внутренними изменениями сопротивлений. Сопротивления СС, не обладающие этими недостатками, видимо, будут применяться и в дальнейшем.

Заводами освоено производство сопротивлений типа ТО, имеющих следующее устройство.

На поверхности стеклянной трубочки длиной в 12 мм и диаметром в 1,5 мм наносится тонкий проводящий слой, который и является «сопротивлением». Выводами от проводящего слоя служат два длинных гибких проводника, вставленных внутрь стеклянной трубочки и запаянных с концов. Таким способом осуществляется герметичность проводящего слоя, защищающая его от внешних влияний. Полученная система запрессовывается в изоляционную пластмассу, чем достигается большая прочность в механическом отношении. Общие габариты сопротивления типа ТО (рис. 84): длина — 17 мм, диаметр — 4 мм.

Сопротивления типа ТО изготавливаются на величину от нескольких сот ом и до 12 МΩ.

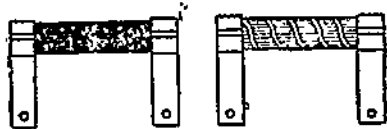


Рис. 83. Сопротивления, у которых величина их увеличена путем высверливания или выскабливания активированной массы



Рис. 84. Сопротивление типа ТО. Внешний вид

Для обозначения величины сопротивления применяется окраска в разные цвета корпуса сопротивления и одного из его концов, причём каждый цвет окраски соответствует вполне определённой цифре, как это видно из табл. 17.

Цвет корпуса сопротивления всегда обозначает собою первую значащую цифру числа омов, цвет окраски одного из концов корпуса — вторую значащую цифру величины сопротивления, а цветным кружочком посередине корпуса помечается, сколько нулей следует после первых двух значащих цифр.

Пример 1. Если корпус сопротивления окрашен в зелёный цвет, конец его — в чёрный, а на корпусе имеется оранжевый кружочек, то величина сопротивления составляет 50 000 Ω . В самом деле, по табл. 17 зелёному соответствует цифра 5; чёрному — 0; оранжевому — 3, т. е. первые две значащие цифры составляют пятьдесят, а число нулей после значащих цифр равно 3.

Таблица 17

Принятые цвета окраски сопротивлений типа ТО

Цвета	Порядковый номер
Чёрный	0
Коричневый	1
Красный	2
Оранжевый	3
Жёлтый	4
Зелёный	5
Синий	6
Фиолетовый	7
Серый	8
Белый	9

Пример 2. Корпус сопротивления окрашен в синий цвет (6), конец — в белый (9), точка — красная (2). Следовательно, сопротивление имеет величину в 6900 Ω .

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА. Сопротивления с активированным слоем имеют свойство от времени увеличивать свое сопротивление; поэтому время от времени их величину нужно проверять. Необходимо

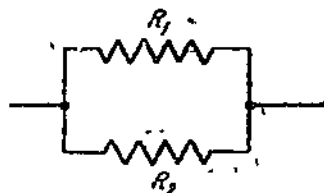
также иметь в виду, что величина сопротивлений не всегда точно соответствует обозначенной величине (разброс по величине сопротивлений).

Каждое сопротивление с активированным слоем, помимо величины «сопротивления», характеризуется величиной рассеиваемой на нём мощности, которая составляет для:

- 1) сопротивлений Каминского «старого» типа 1 W
- 2) » «малого» типа 0,25 »
- 3) » типа СС 1 »
- 4) » типа ТО 0,25 »

При рассеивании на сопротивлении мощности выше указанной нормы активированный слой этих сопротивлений разрушается и величина «сопротивления» изменяется.

Для подсчёта мощности рассеивания на сопротивлении используются известные из электротехники зависимости:



$$P = I^2 R = \frac{U^2}{R}, \quad (11)$$

где P — мощность рассеивания на сопротивлении в ваттах, I — сила тока, идущая через сопротивление, выраженная в амперах, U — напряжение, падающее на сопротивление, R — величина сопротивления в омах.

Рис. 85. Параллельное включение сопротивлений

Если режим участка цепи, куда включается сопротивление, таков, что рассеиваемая мощность, вычисляемая по приведённой выше формуле, больше, чем допустимая по норме, необходимо применять параллельное включение сопротивлений.

Необходимо помнить, что при параллельном включении (рис. 85) общее сопротивление равно:

$$\frac{1}{R_{\text{общее}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \quad (12)$$

где $\frac{1}{R_{\text{общее}}}$ — обратная величина общего сопротивления,

R_1 и R_2 — сопротивления, включённые в цепь.

Чтобы пояснить сказанное, приведём следующий пример.

В усилителе типа УЗК-9 (см. стр. 135, рис. 190) в анодной цепи лампы ПО-119 (3-й каскад) идёт ток в 12 мА, т. е. 0,012 А.

В эту цепь включено сопротивление Каминского «старого» типа $R_{18} = 10\,000\, \Omega$ (сопротивление «развязки»), через которое идёт этот ток в 12 мА.

Зададимся целью проверить, какая мощность рассеивается на этом сопротивлении.

Мощность рассеивания на сопротивлении R_{18} будет равна:

$$P = I^2 R = 0,012^2 \cdot 10\,000 = 0,000144 \cdot 10\,000 = 1,44\, \text{W}, \quad (13)$$

что, как указано выше, для данного типа сопротивления недопустимо. Как поступить в данном случае?

Мы можем взять два сопротивления и включить их в параллель; тогда на каждом из них будет рассеиваться мощность всего в 0,7 W, что вполне допустимо.

На основании формулы о параллельном включении двух сопротивлений мы должны взять каждое сопротивление по 20 000 Ω .

В самом деле, при равных сопротивлениях, включённых в параллель, имеем:

$$\frac{1}{R_{\text{общее}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{2}{R_1} \text{ при } R_1 = R_2.$$

Подставляя значение $R_{\text{общее}} = 10\,000\ \Omega$, имеем:

$$\frac{1}{10000} = \frac{2}{R_1}, \text{ или } R_1 = R_2 = 20\,000\ \Omega.$$

В некоторых цепях, например в цепи фотоэлемента, проходит ток в микроамперах, и на этих сопротивлениях рассеивается мощность в микроваттах; а между тем сопротивления с активированным слоем, допускающие рассеивание мощности до 1 W, включены в параллель.

Это сделано потому, что в момент выпуска данного комплекта на заводе не было нужной величины сопротивления (например 100 000 Ω) и завод поставил два сопротивления в параллель по 200 000 Ω , получая тем самым нужную величину в 100 000 Ω .

Сопротивления с активированным слоем по сравнению с нормальными проволочными сопротивлениями имеют следующие преимущества: 1) малые габариты, 2) возможность получить сопротивления любых величин, употребляемых в усилительных устройствах, 3) простоту изготовления, 4) низкую стоимость.

ПЕРЕМЁННЫЕ ВЫСОКООМНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ

[с активированным слоем (тип ПСК и ВК)]

За последнее время в аппаратуре звукового кино в качестве регуляторов громкости и в цепях тон-контроля применяют высокоомные сопротивления (рис. 86), сделанные из изоляционного кольца, на которое нанесён слой активированного кокса. По слою кокса перемещается металлическое кольцо, которое, будучи выгнуто, соприкасается со слоем кокса лишь в той точке, в которой находится в это время шарик движка.

Переменные сопротивления (рис. 87) имеют три вывода, благодаря чему они могут быть использованы и как потенциометры (см. ниже раздел о потенциометрах) и по своему прямому назначению как плавно изменяющееся сопротивление.

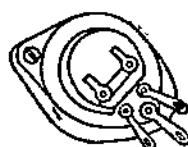
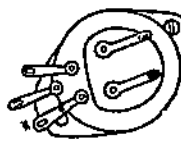


Рис. 86. Переменное сопротивление ПСК в разобранном виде

Рис. 87. Слева — сопротивление ПСК с выключателем, справа — без выключателя

К достоинствам указанных сопротивлений нужно отнести: 1) малые габариты, 2) плавное изменение сопротивления при перемещении движка.

Эти сопротивления оформляются в основание из пластмассы (ПСК) или металла (ВК), служащее в то же время экраном. Переменные сопротивления удобно крепятся на панелях с помощью гаек, навёртывающейся на нарезку муфты оси движка.

Переменные сопротивления выпускаются на величину от 20 000 Ω до 500 000 Ω . Допустимая мощность рассеивания не должна превышать 0,25 W.

СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОЛОЧНЫЕ

ПОСТОЯННЫЕ ПРОВОЛОЧНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ. Применяются в аппаратуре звукового кино в основном в тех цепях, где требуется или высокое постоянное величина сопротивления (например, сопротивления смещения) или значительная мощность рассеивания.

Постоянные проволочные сопротивления, на которых рассеивается значительная мощность, имеют следующие устройства.

На фарфоровый пустотелый цилиндр, несколько отступя от края, наматывается голая проволока с большим удельным сопротивлением. Концы этой проволоки или поджимаются под клеммы (к которым в дальнейшем присоединяются провода схемы) или же имеют длинные свободные концы из медной многожильной проволоки, присоединяемой непосредственно к участкам схемы.

В некоторых случаях (например, в реостатах Рустрата) голая проволока с большим удельным сопротивлением мотается на фарфоровое основание — цилиндр, виток к витку, плотно; чтобы предотвратить короткое замыкание соседних витков, через проволоку перед намоткой пропускают электрический ток, который вызывает её нагревание до красного каления. При этом поверхность проволоки покрывается окалиной, являющейся изолятором, выдерживающим то малое напряжение, которое имеется между соседними витками проволочного сопротивления.

В качестве основания для проволочного сопротивления выбран фарфор, так как он не разрушается при значительном нагреве, одновременно являясь хорошим изолятором. Цилиндрическую форму фарфору придает с целью создать конвекцию (перемещение) воздуха и тем самым создать хорошие условия для охлаждения сопротивления при его вертикальном расположении¹⁾.

ЭМАЛИРОВАННЫЕ ТРУБЧАТЫЕ ПРОВОЛОЧНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ. Выпускаемые заводами эмалированные трубчатые проволочные сопротивления имеют следующее устройство: на фарфоровый цилиндр наматывается с определённым шагом голая проволока с большим удельным сопротивлением. Сверху проволока сопроти-

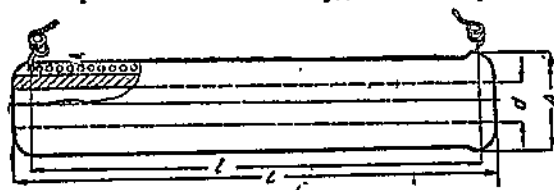


Рис. 88. Общий вид эмалированного трубчатого проволочного сопротивления

вления покрывается слоем жидкого стекла, которое предохраняет её от внешних воздействий (например, от механических повреждений, окисления) и служит для изоляции между витками (рис. 88).

Сопротивления данного типа допускают значительную температуру нагрева, превышающую в несколько раз (до трёх раз) максимальную тем-

пературу нагрева для реостатов типа Рустрат. Благодаря этому сопротивления имеют малые габариты при большой рассеиваемой мощности.

Пример. Сопротивление смещения оконечного каскада УСУ-3 или УСУ-9 имеет габариты 200 × 28 мм и может быть заменено на эмалированное трубчатое проволочное сопротивление, имеющее габариты всего лишь 50 × 12 мм (тип I, табл. 18).

Т а б л и ц а 18

Тип	Габариты эмалированных сопротивлений (в мм)					Актуальная поверхность (в см ²)	Допуст. нагрузка (в Вт)	Максимальная нагрузка (в Вт)	Максимальная нагрузка (в мА)	Сопротивление (в Ω)
	Ø наруж. макс.	Ø наруж. фарф.	d внутр.	L общ. длина	l длина намотки					
I	15	12	6	50	42	16	14	15	2000 ÷ 50	4 ÷ 5000
IIa	19	16	10	50	42	21	18	23	2300 ÷ 70	4 ÷ 5000
II	19	16	10	100	92	42	36	42	3000 ÷ 50	4 ÷ 15000
IIIa	24	21	13	120	112	74	55	62	3800 ÷ 50	4 ÷ 22000
IIIb	24	21	13	140	128	85	65	70	—	—
III	24	21	13	160	148	97	74	88	5000 ÷ 50	2,5 ÷ 30000
IVa	31	28	18	160	148	128	96	106	—	—
IVb	31	28	18	180	168	148	110	124	—	—
IV	31	28	18	215	203	178	133	150	17500 ÷ 55	0,5 ÷ 50000
V	24	21	13	90	80	53	42	50	1500 ÷ 50	22 ÷ 15000
VI	24	21	13	50	42	28	24	28	750 ÷ 75	50 ÷ 5000

¹⁾ Из физики известно, что нагретый воздух всегда поднимается вверх. На этом основано применение фабричных труб.

Эмалированные трубчатые проволочные сопротивления применяются в УКУ-25 в качестве сопротивлений смещения (на схеме рис. 282 обозначены цифрами 40 и 41); в УСУ-5 — в качестве делителя напряжения на предварительные каскады.

В качестве примера применения постоянных проволочных сопротивлений, изготовляемых на малую мощность рассеивания, можно указать на сопротивления «смещения», которые, например, заводом Ленкинап мотались на сопротивления Каминского «старого» типа (величина сопротивления активированного слоя должна быть не ниже 500000 Ω) изолированным проводом с большим удельным сопротивлением (марки ПШО, что значит — «провод — шелковый — ординарный»), диаметром 0,07 мм в несколько слоёв. Концы проволочного сопротивления припаиваются к латунным лапкам.

Можно указать ещё на случай применения постоянного проволочного сопротивления в качестве «балластного» сопротивления, т. е. такого сопротивления, на котором требуется рассеять некоторый излишек мощности. Так например, в усилительном устройстве типа ПУ-13 (см. рис. 305) таким «балластным» сопротивлением служит R_{50} , назначение которого описано ниже в разделе фабричной аппаратуры.

ПЕРЕМЕННЫЕ ПРОВОЛОЧНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ. Применяются главным образом в качестве: а) реостатов, б) делителей напряжения или потенциометров.

Устройство реостатов аналогично устройству постоянных проволочных сопротивлений с добавлением ползунка, свободно скользящего по направляющей в витках сопротивления (рис. 89). Путём передвижения движка мы можем изменять величину сопротивления, введённого в цепь.

Примером применения реостата Рустрата может служить реостат РРС щитка ЦЗК-9, посредством которого гасится излишек напряжения (если в сети 110 В, а выпрямитель ВЗК-9 рассчитан на 85 В, то реостатом гасится 25 В).

Описанный выше реостат, включённый параллельно источнику напряжения своими клеммами а — б и подсоединённый клеммами с — б к полезной нагрузке R, используется как потенциометр или делитель напряжения (рис. 90, Б).

Ток источника, проходя по потенциометру, создаёт на нём падение напряжения. В зависимости от положения движка с, мы можем снять с потенциометра напряжение разной величины. Чем ближе к клемме а будет движок с, тем больше будет напряжение на полезной нагрузке.

Конструктивно потенциометры имеют самое разнообразное устройство. В качестве примера можно указать на регулятор громкости, сокращённо обозначаемый РГ (рис. 417). В его задачу входит регулирование напряжения звуковой частоты, развиваемого предварительным каскадом, в пределах от нуля до максимума и подведение его к следующему каскаду. Этим самым производится изменение уровня громкости на выходе усилителя.

Конструктивно РГ выполнен в виде проволочного сопротивления с отводами, каждый из которых припаян к ламелям коллектора, по которым скользит ползун. Он выполнен в виде двойной щётки из фосфористой бронзы и перемещается с помощью рукоятки.

При работе должно быть обращено сугубое внимание на надёжность контакта между ползуном и ламелями. Плохой контакт является источником помех (трески и шорохи, о чем см. в разделе «Аварии»); нужно, чтобы одна щётка ползуна касалась одной ламели коллектора, а другая щётка — соседней ламели.

Вторым примером может служить потенциометр «средней точки», крайние концы которого включаются в цепь накала усилительной лампы, а движок соединяется с землёй. Конструктивно потенциометр «средней точки» (см. рис. 416) оформлен

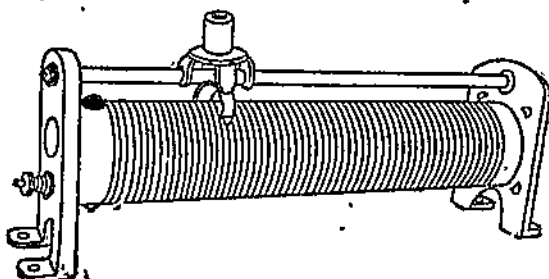


Рис. 89. Реостат Рустрата

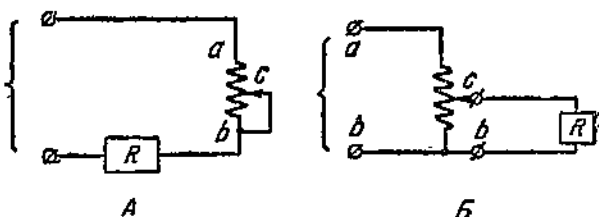


Рис. 90. Включение реостата (схема А) и потенциометра (схема Б)

в виде фибровой полосы, на которую намотана проволока с большим удельным сопротивлением, по которой скользит движок.

Третьим примером может служить потенциометр-3 на щитке ЦЗК-3 (см. схему 3 усилительного устройства УСУ-3, рис. 225). Изменение напряжения на нагрузках осуществляется посредством передвижки хомутов по проводу потенциометра.

В качестве примера постоянных потенциометров можно указать на делитель напряжения, включённый в цепь фотоэлемента (например, в ПУ5-3 этот делитель составлен из сопротивлений R_1 и R_2), назначение которого — анодное напряжение (в нашем случае 280 В) поделить таким образом, чтобы на анод фотоэлемента подводилось не выше 240 В.

Так как в цепи фотоэлемента идёт ток в микроамперах, то делитель может быть осуществлён из сопротивлений в активированной массе (что и сделано, например, в ПУ5-3).

Расчёт плеч делителя производится из следующего соотношения:

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2} = K, \quad (14)$$

где K — требуемое деление, R_1 и R_2 — плечи делителя.

Для случая ПУ5-3 дано:

1) полное сопротивление делителя $R_{общее} = R_1 + R_2 = 280000 \text{ } \Omega$;

2) напряжение, подводимое к делителю — 280 В;

3) напряжение, снимаемое с делителя — 240 В.

Подставляя наши значения в выражение (14), имеем:

$$K = \frac{240}{280} = \frac{R_1}{280000}, \text{ отсюда } R_1 = 240000 \text{ } \Omega.$$

$$R_2 = R_{общее} - R_1 = 280000 - 240000 = 40000 \text{ } \Omega.$$

В тех же цепях, где идёт значительный ток, делитель напряжения делают из проволоки.

Так например, делитель напряжения, включённый в анодную цепь (сопротивления 42 и 43) усилителя УМ-25, служит для того, чтобы напряжение на предварительных каскадах (снимаемое с сопротивления 42) составляло часть напряжения, подводимого к оконечному каскаду. Он сделан проволочным, так как на нём рассеивается большая мощность.

МОТОЧНЫЕ ДЕТАЛИ

Под моточными деталями принято понимать трансформаторы, автотрансформаторы и дроссели. Все они по своему внешнему устройству во многом сходны и имеют железный сердечник, на котором размещена одна или две катушки-шпули с намотанной на них изолированной медной проволокой.

Единственным их отличием является то, что в трансформаторе отдельные обмотки электрически изолированы друг от друга, в то время как в автотрансформаторе и дросселе все выводы имеют гальванические соединения. Кроме того, в дросселе бывает не больше трёх выводов, а в автотрансформаторе число выводов может доходить до десяти (например, в АГ-7).

СЕРДЕЧНИК. Основными потерями в моточных деталях являются потери на гистерезис и токи Фуко. Кроме того к сердечнику моточных деталей предъявляют требование возможно большей проницаемости.

В качестве материала для сердечников моточных деталей у нас применяют исключительно высоколегированную трансформаторную сталь. Она изготавливается в виде листов толщиной 0,35 — 0,5 мм, из которых штампуют пластины той или иной конфигурации. Наиболее распространена Ш-образная штамповка, при которой пластинам придаётся форма буквы «Ш». Иногда Ш-образная пластина имеет замыкающую — ярмо (рис. 91, А), иногда штамповка пластины производится с просечкой стержня (рис. 91, Б).

В некоторых случаях пластинам железа придают форму Г- и П-образную.

Все пластины делятся на типы: Ш-19, Ш-25, Ш-28, Г-13, Г-50 и др. Буква обозначает форму штамповки пластины, а цифра — ширину стержня (для Ш-образной пластины — центрального стержня) (рис. 92).

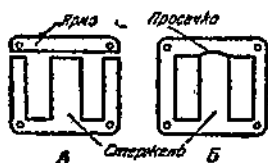


Рис. 91. Ш-образная пластина

А — пластина состоит из двух частей: самой пластины и ярма; Б — Ш-образная пластина с просечкой стержня

Сборка сердечника из отдельных пластин той или иной формы может быть произведена двумя способами: вперекрышку и впритык. Для примера разберём способы сборки Ш-образного железа.

При сборке впритык Ш-образные пластины и пластины ярма собираются отдельно. Затем они располагаются, как указано на рис. 93, А, и стягиваются болтами.

При сборке железа вперекрышку на пластину I (рис. 93, Б I) накладываются следующие слои (как указано на рис. 93, Б II), третий слой накладывается как первый (т. е. по I), четвёртый — по II и т. д. Таким образом стыки у всех нечётных пластин (в нашем случае пластины I) будут с одной стороны, а стыки у чётных (пластины II) — с другой. Это делается для того, чтобы уменьшить магнитное сопротивление в местах стыков. В этом отношении сборка вперекрышку имеет преимущество перед способом сборки впритык. Так же собирается и Г-образное железо.

Сердечник, собранный из отдельных пластин, стягивается с помощью железных болтов, которые также изолируются от пластин сердечника прессшпаном, обёрнутым вокруг болта. Под гайки болтов также прокладываются прессшпановые шайбы.

В табл. 19, 20, 21 указаны способы сборки сердечников моточных деталей.

КАРКАС. Каркас, на котором располагаются обмотки того или иного моточного изделия, изготавливается обычно из картона или прессшпана. При массовом производстве штампуются отдельные заготовки каркаса — щёки, гильза и перегородки, которые затем склеиваются между собой каким-либо склеивающим веществом (казеином), образуя готовый каркас. Чтобы материал каркаса не обладал гигроскопичностью, готовый каркас пропитывают негигроскопическими составами или лаком.

Форма каркаса бывает самая разнообразная (рис. 94) в зависимости от предъявляемых к моточному изделию требований.

ОБМОТКИ МОТОЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ.

а) Материалом для обмоток моточных деталей служит круглый изолированный провод из электролитически рафинированной меди. В зависимости от силы тока, напряжения, температурных допусков и механической прочности применяется медный разных сечений провод следующих марок: ПЭ — провод одним слоем шёлка; ПШД — провод шёлком в два слоя; ПБО — провод с оплёткой одним слоем хлопчатобумажной пряжи; ПБД — провод с оплёткой двумя слоями хлопчатобумажной пряжи.

Применение перечисленных марок проводов и их сечения в моточных деталях указано в табл. 19, 20, 21.

б) Типы обмоток, применяемых в моточных деталях, в зависимости от расположения этих обмоток одна относительно другой, бывают: 1) цилиндрические, когда одна обмотка располагается под другой в виде двух concentric цилиндров со слоем изоляции между ними; обе обмотки расположены на одном

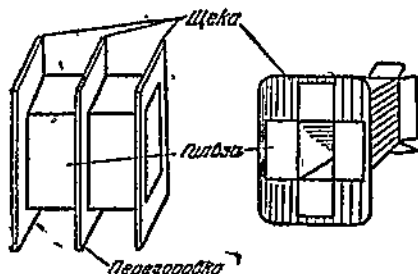


Рис. 94. Изготовление каркаса

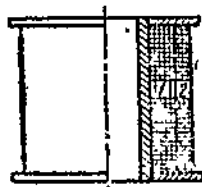


Рис. 95. Катушка трансформатора ТР-32. Цилиндрическая намотка — обмотки не секционированы

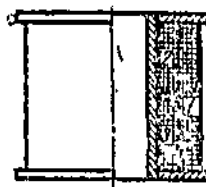


Рис. 96. Катушка трансформатора ТР-31. Цилиндрическая намотка — вторичная обмотка (2 и 3) секционирована

стержне сердечника; 2) дисковые или галетные, когда обмотки имеют вид дисков, располагаемых рядом и имеющих между собой изолирующую прослойку.

Обмотки трансформаторов или дросселей часто разбиваются на отдельные секции, которые при сборке чередуются между собой: сначала располагается первая секция первой обмотки, затем первая секция второй обмотки, потом вторая секция первой обмотки, снова вторая секция второй обмотки и т. д. Это делается для того, чтобы уменьшить индуктивность рассеяния и собственную ёмкость моточной детали (например, трансформатора).

В качестве примера цилиндрической намотки (без секций) можно указать на намотку катушки трансформатора ТР-32 (рис. 95). Дисковую или галетную намотку имеет трансформатор ТР-48 и ТР-49 (завод № 2 НКС). Примером секционированных обмоток может служить трансформатор типа ТР-31 (рис. 96), у которого вторичная обмотка разбита на две секции.

в) Намотка обмоток на заводах производится автоматами.

Существуют два способа намотки обмоток: 1) вразброс, когда провод мотается на каркас беспорядочно, 2) в слой, когда провод мотается на каркас виток к витку. При намотке следят, чтобы витки одного слоя не западали между витками предыдущего слоя, так как между этими витками может быть напряжение, достаточное для пробоя изоляции провода. Поэтому между слоями и особенно между отдельными обмотками прокладывают изоляционные прокладки. Между слоями обмотки прокладывается обычно папиросная бумага, ширина которой делается несколько больше ширины намотки, — это не позволяет виткам провода западать в нижние слои витков провода. Между отдельными обмотками требуется высокая изоляция, так же как между обмотками и сердечником (например, в трансформаторе). В качестве изолирующего материала для прокладок применяется кембрик-полотно, пропитанное изоляционным лаком.

При намотке трансформаторов особое внимание обращают на вывод концов обмоток, располагая их так, чтобы не могло произойти пробоя между этими выводами

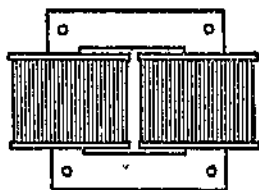


Рис. 97. Трансформатор ТР-10.
Стержневой тип

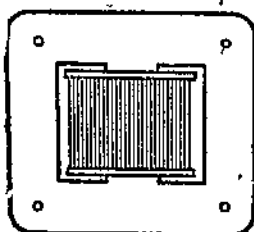


Рис. 98. Трансформатор ТР-33.
Броневой тип

и отдельными обмотками. Для этого выводные концы обмоток заключают в стертлинг-шланг («чулок») — хлопчатобумажную оплётку, пропитанную изоляционным составом. В некоторых случаях концы выводят, предварительно сделав в щеках специальные отверстия.

Когда намотка каркаса окончена, обмотка обёртывается в несколько слоёв кембриковым полотном. После этого приступают к сборке моточной детали, набирая каркас-шпуню пластинами железного сердечника.

В зависимости от положения катушки на сердечнике моточной детали мы имеем или стержневой (рис. 97) или броневой тип (рис. 98).

Концы обмоток после сборки моточной детали подсоединяются или к лепесткам, расположенным на специальных расшивочных планках-платах (рис. 100), или непосредственно к деталям схемы.

ТРАНСФОРМАТОРЫ

Посредством трансформаторов в усилительных устройствах осуществляется: питание устройства от сети переменного тока, связь каскадов между собой, связь между оконечными лампами усилителя и громкоговорителем и т. д.

Исходя из предъявляемых к трансформаторам требований в зависимости от применения их в схеме усилительного устройства, трансформаторы делятся на следующие группы: 1) силовые трансформаторы; 2) выходные трансформаторы; 3) междупламповые; 4) входные и микрофонные.

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ТРАНСФОРМАТОРОВ. Всякий трансформатор состоит по крайней мере из двух обмоток, намотанных на общем железном сердечнике. Обмотку, которая присоединяется к источнику питания (например, сеть), принято называть первичной; обмотку, к которой подключается нагрузка, — вторичной.

По первичной обмотке, включённой в источник переменного напряжения U_1 , проходит меняющийся по величине и направлению ток I_1 , который создаёт в железном сердечнике переменный магнитный поток.

Магнитный поток, пронизывая витки обмоток, вызывает появление на их концах э. д. с. индукции E_2 — на вторичной обмотке и E_1 — на первичной обмотке. При этом э. д. с., индуцируемая в обмотках, по характеру изменения строго следует изменению магнитного потока.

Э. д. с. самоиндукции E_1 будет уравновешивать (противодействовать) напряжению U_1 , приложенное к первичной обмотке трансформатора, а следовательно, мы можем в первом приближении (если не считать падения напряжения на активном сопротивлении первичной обмотки трансформатора) считать, что $U_1 = E_1$.

В том случае, если трансформатор работает вхолостую, т. е. его вторичная обмотка не нагружена (разомкнута), то в её цепи ток $I_2 = 0$ и тогда напряжение на её концах будет равно э. д. с., т. е. $U_2 = E_2$.

На практике вхолостую трансформатор работает очень редко. Обычно вторичная обмотка трансформатора бывает нагружена на сопротивление R (например, в выходном трансформаторе усилителя звуковой катушка громкоговорителя), по которому проходит ток I_2 ; величина последнего вычисляется по закону Ома, т. е. $I_2 = \frac{U_2}{R}$. В этом случае $U_2 < E_2$, так как часть напряжения падает

на вторичной обмотке, имеющей некоторое активное сопротивление. Но так как это падение напряжения сравнительно мало, принимают $U_2 \cong E_2$.

На основании того, что ток, проходящий по обмотке, вызывает в железном сердечнике магнитный поток, можно заключить, что ток I_2 вторичной обмотки вызовет в сердечнике свой магнитный поток, который будет по законам электротехники направлен противоположно основному магнитному потоку, создаваемому током первичной обмотки.

Казалось бы, таким образом, что результирующий магнитный поток будет меньше. Однако на самом деле этого не происходит, так как уменьшение результирующего магнитного потока должно было бы вызвать уменьшение э. д. с. самоиндукции E_1 , чего произойти не может, так как приложенное напряжение постоянно по величине и уравновешивается только э. д. с. самоиндукции E_1 . Но если поток должен сохранить свою величину при наличии размагничивающего тока, то, следовательно, должен возрасти ток I_1 через первичную обмотку и притом как раз на величину, соответствующую размагничивающему действию тока I_2 .

Следовательно, общий магнитный поток трансформатора при изменении нагрузки во вторичной обмотке трансформатора останется постоянным по величине, а ток I_1 увеличивается практически пропорционально I_2 .

Коэффициент трансформации. Напряжение на зажимах вторичной обмотки трансформатора будет выше или ниже напряжения, подведённого к первичной обмотке, в зависимости от того — больше или меньше число витков вторичной обмотки, чем первичной. Само собой разумеется, что увеличение числа витков вторичной обмотки вызовет увеличение напряжения вторичной обмотки (вернее, её э. д. с.) и обратно.

Отношение

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{W_2}{W_1} = \frac{U_2}{U_1} = n \quad (15)$$

называется коэффициентом трансформации и показывает, во сколько раз напряжение вторичной обмотки больше или меньше напряжения первичной.

В приведённом соотношении: E_1 и E_2 — э. д. с. обмоток; U_1 и U_2 — величина напряжения на зажимах обмотки; W_1 и W_2 — число витков обмоток.

Из выражения для n , принятого нами в соответствии с обычно принятыми в электротехнике условиями, вытекает, что повышающему трансформатору соответствует значение $n > 1$, понижающему — $n < 1$.

В большинстве случаев коэффициент трансформации выражают в виде отношения двух чисел.

В качестве примера можно указать на трансформатор ТР-6 фотокаскада ФЭК-9 (см. его описание на стр. 131), который в первичной обмотке имеет $W_1 = 6000$ витков, а во вторичной — $W_2 = 850$ витков; следовательно ТР-6 работает на понижение и имеет коэффициент трансформации $n = 1 : 7$, а не $n \cong 7 : 1$.

Мощность, приведённое сопротивление и к. п. д. трансформатора. Трансформатор, к первичной обмотке которого подведено переменное напряжение U_1 и по которой идёт ток I_1 , потребляет от источника, питающего трансформатор, некоторую мощность, равную:

$$P_1 = U_1 I_1. \quad (16)$$

Принимая во внимание, что в трансформаторе потери незначительны (потери в железе и меди) и основываясь на законе сохранения энергии, можем написать:

$$P_1 = P_2,$$

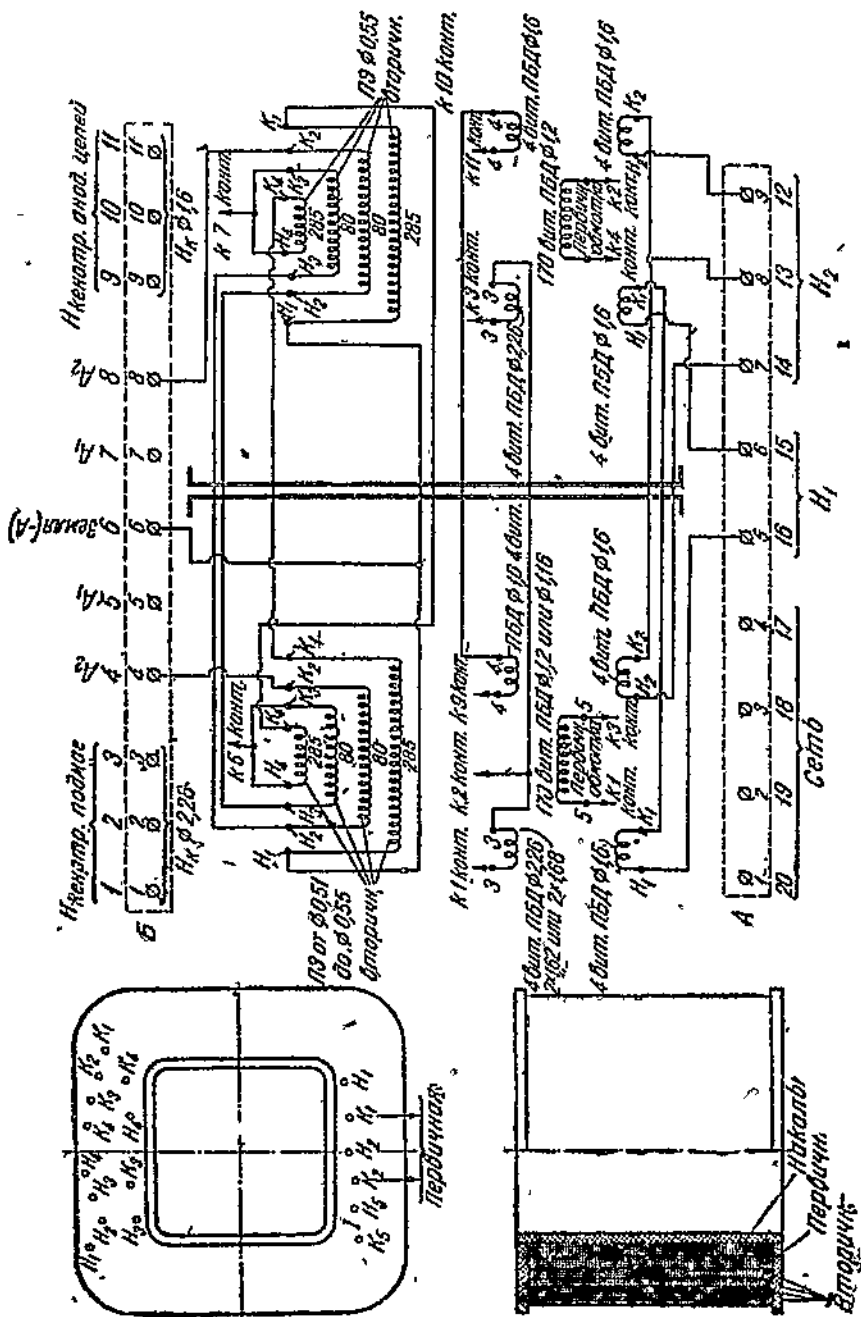


Рис. 99. Данные силового трансформатора ТР-10

т. е. в трансформаторе вся мощность из первичной обмотки во вторичную переходит через магнитное поле.

Выражая мощность через ток и напряжение, имеем: $I_1 \tilde{U}_1 = I_2 U_2$, или $\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1}$,

т. е. токи в обмотках находятся в обратном отношении к напряжениям на их зажимах.

Указанное соотношение имеет очень большое значение применительно к задаче согласования сопротивлений источника и нагрузки.

Возможность такого согласования видна из следующих преобразований приведённого соотношения:

$$\frac{U_2}{I_2} = R_2; \text{ но } U_2 = U_1 \cdot n, \text{ а } I_2 = I_1 \frac{1}{n},$$

а следовательно:

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{U_1 n}{I_1 \frac{1}{n}} = \frac{U_1}{I_1} n^2. \quad (17)$$

Рассматривая первичную цепь и помня, что ток во вторичной обмотке I_2 вызывает в первичной обмотке ток I_1 , можем сказать, что включение во вторичную обмотку сопротивления R_2 эквивалентно включению в первичную цепь сопротивления, определяемого соотношением:

$$R'_1 = \frac{U_1}{I_1},$$

но

$$U_1 = \frac{U_2}{n}, \quad I_1 = I_2 n,$$

так что

$$R'_1 = \frac{U_2}{n \cdot I_2 \cdot n} = \frac{U_2}{I_2} \frac{1}{n^2} = R_2 \frac{1}{n^2}, \quad (18)$$

т. е. эквивалентная величина (или, как ее называют, «приведённая» величина сопротивления) равна действительной величине сопротивления R_2 , поделённой на квадрат коэффициента трансформации.

Легко видеть, что при повышающем трансформаторе приведённая величина сопротивления меньше действительного значения, при понижающем — больше (см., например, «Выходные трансформаторы»). Таким образом, представляется возможным согласовать совершенно произвольные значения сопротивлений.

Потери в трансформаторе. Потери в трансформаторе делятся на: 1) потери в меди — P_M ; 2) потери в железе — $P_{ж\epsilon}$, которые в свою очередь делятся на потери от: а) магнитного гистерезиса — P ; б) токов Фуко — P_F .

Потери в меди и железе в правильно рассчитанном силовом трансформаторе примерно равны; в усилительных трансформаторах основные потери падают на медь.

Коэффициент полезного действия (к. п. д.). Отношение полезной мощности P_2 (снимаемой со вторичной обмотки трансформатора) к первичной P_1 (потребляемой трансформатором из сети) носит название коэффициента полезного действия

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 \quad (19)$$

и выражается в процентах.

Коэффициент полезного действия тем выше, чем меньше потери в трансформаторе, независимо от того, где потери имеют место, — в железе или в меди.

Практическое значение к. п. д. для выпрямительных трансформаторов средней мощности составляет 85 — 90%, для усилительных — 80 — 85%.

Мощность выпрямительных трансформаторов средней мощности составляет 100 Вт и выше, поэтому величина рассеиваемой в трансформаторе мощности достаточна для его нагрева.

Рассчитанный с учётом экономической целесообразности трансформатор при длительной работе обязательно нагревается. Нормально температура трансформатора на 40 — 50° выше окружающей.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАТОРОВ. Как указывалось, все трансформаторы по роду применения делятся на следующие группы.

Силовые трансформаторы, в задачи которых входит, во-первых, повысить напряжение сети для дальнейшего его выпрямления и, во-вторых, питать цепи накалов электронных ламп пониженным напряжением.

В зависимости от типа и применения в той или иной схеме напряжение, мощность и количество обмоток могут быть самыми разнообразными.

В качестве примера на рис. 99 и 100 приведены данные силовых трансформаторов ТР-10 и ТР-33. По остальным типам данные сведены в табл. 19 (стр. 66—67).

В связи с тем, что между обмотками силового трансформатора (между повышающей и обмоткой накала кенотрона) существует большая разность потенциалов, необходимо на изоляцию обмоток силового трансформатора обращать серьезное внимание.

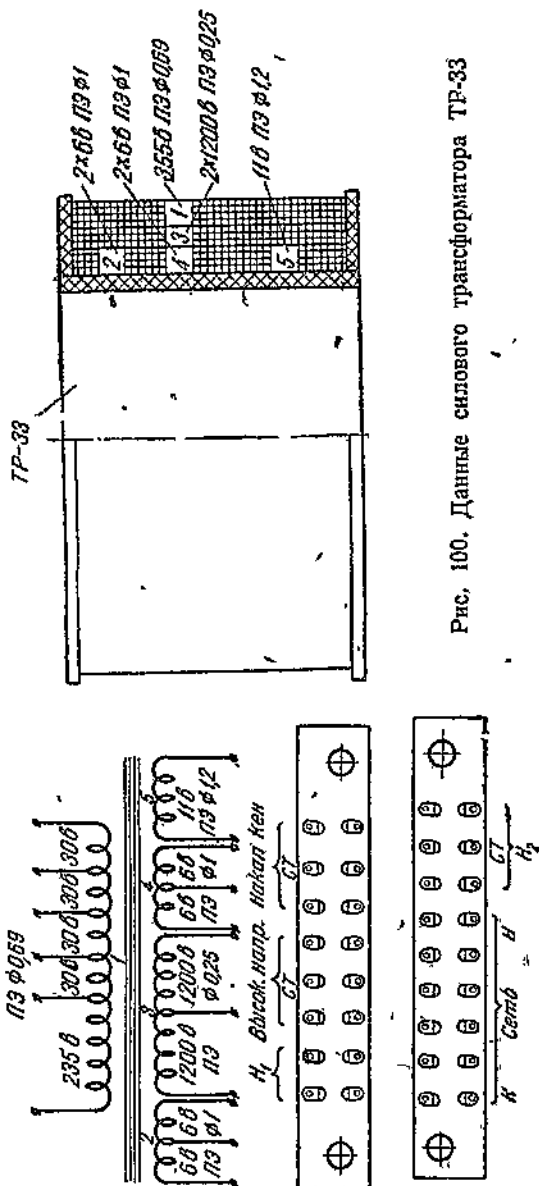
В ряде трансформаторов первичная (сетевая) обмотка рассчитывается на два напряжения (например, 85 В и 170 В). В этом случае концы обмоток включаются или в параллель или последовательно. Включение концов должно быть вполне определенным, иначе магнитные поля этих обмоток будут направлены навстречу друг другу и будут уничтожать друг друга. При неправильном включении концов трансформатор работать не будет, а сгорит!). Сказанное поясняется рис. 101, где жирными стрелками указаны направления магнитных полей.

Когда стрелки направлены в одну сторону, магнитные поля складываются, и, следовательно, включение сделано правильно. Когда стрелки направлены в разные стороны, магнитные поля направлены друг другу навстречу и уничтожают друг друга, т. е. включение сделано неправильно.

На рис. 101, В показано соединение двух катушек на 175 В. В левой катушке ток идет по часовой стрелке, создавая магнитное поле, идущее от читателя (+), а в правой — против часовой стрелки, и поле направлено на читателя (-), включение сделано правильно.

В повышающей обмотке при двухполупериодной схеме выпрямления выводится средняя точка. Для этого повышающую обмотку разбивают на две секции: место соединения двух секций и есть средняя точка (это «—» выпрямленного напряжения).

Выходной трансформатор применяется в усилителях низкой частоты и служит для связи анодной цепи ламп оконечного каскада с полезной нагрузкой (например, со звуковыми катушками громкоговорителей).



СВОДНАЯ
по силовым трансформаторам, применяемым

Тип трансформатора	В каких типах аппаратуры применяется	Завод-изготовитель	Электрические данные		Ж е л е			
			напряжения (в В)	мощность (в Вт)	тип стали	толщина железа (в мм)	толщина намотки (в мм)	число пластин
ТР-9	В-2 (ВЗК-2)	Ленкинап	85	290	Ш-28	0,35	69	180
ТР-10	ВЗК-9	•	85/170	300	Г-50	0,35 0,5	50	270
ТР-28	ОЗК-20	•	85/170	128	Ш-28	0,35	42	105
ТР-29	ОЗК-20	•	85/170	Смотри ТР-28	Ш-42	0,35	42	105
ТР-30	ВЗК-20	•	90-110 190-210	260	Г-50	0,35	50	270
ТР-64	В8-2	№ 2 НКС	100-125 200-250	—	Ш-25	0,5	35	63
ТР-65	В8-2	•	—	—	Ш-25	0,5	65	120
ТР-66	ВЗК-3	Ленкинап	85/170	340	Г-50	0,5	50	250
ТР-79	ВЗК-3	•	85/170	340	Г-50	0,5	50	250
ТР-104	ВЗК-5	•	95/190	440	Г-50	0,5	50	250

ТАБЛИЦА

в выпрямителях усилительных устройств

Таблица 19

зо		Число обмоток	Данные обмоток			
сечение (в см ²)	сборка железа		Провод		Число витков	Способ намотки
			марка	сечение		
28×69	Впере- крышку	I II IIa IIб IIв IIг IIд	ПЭ ПЭ ПБД ПБД ПБД ПБД ПБД	1,0 0,41 1,4 1,4 1,4 1,3 1,0	210 910 5 5 5 5 5	Вслои
50×50	»	I II IIa IIб IIв IIг	ПБД ПЭ ПБД ПБД ПБД ПБД ПЭ	1,2 0,55 2,26 1,6 1,6 1,6 0,55	2×170 4×285 2×4 8 2×4 2×4 2×80	»
28×42	»	I II	ПЭ ПБД	0,49 1,68	2×380 3×18	»
42×42	»	I II II	ПЭ ПЭ ПЭ	0,7 0,4 0,5	2×240 2×1160 9	»
50×50	»	I II II II	ПБД ПБД ПЭ ПБД	1,3 0,86 0,55 2,26	240 200 2×740 4	»
25×35	—	I II III IV V	ПБД ПБД ПБД ПБД ПЭ	0,33 1,3—1,45 1,74—2,0 0,75—1 0,12	2×493 21 22 18 2×750	* » » » Вразброс
25×65	—	I II	ПШД ПЭ	0,6—0,65 0,33—0,35	2×260 2×910	Вслои —
50×50	Впе- ре- крыш- ку	I II III IV—V VI	ПЭ ПБД ПЭ ПБД ПБД ПБД	1,2 1,65 0,35 2,5 1,6 1,6	2×170 4×47 2×656 (2+3) 8 и (4+4) 4+4	Вслои
50×50	Впе- ре- крыш- ку	I II III IV—V VI	ПЭ ПЭ+ ПБД ПБД ПБД ПБД	1,2 1,65+0,35 2,5 1,6 1,6	2×170 662×2 4×47 2+3 4+4 8	»
50×50	»	I II III IV V VI	ПЭ ПБД ПБД ПЭ ПБД ПБД	1,2 1,62 1,62 0,36 2,44 1,62 1,62	2×190 2×48 2×48 2×924 2(2+3) 13 4+4 4+4	»

Тип трансформатора	В каких типах аппаратуры применяется	Завод-изготовитель	Электрические данные		Ж е л о			
			напряжение (в V)	мощность (в W)	тип штамповки	толщина жёлеза (в мм)	толщина набора (в мм)	число пластин
ТР	УК-25	им. Казинского	90—130 и 180—220	—	—	—	—	—
ТР	УКМ-25	•	90—130	185	—	—	—	—
ТР-74	ПУ-10 2ПУ-10 ПУ-9 (№2 №5)	Ленкинап	110	130	Ш-28	0,35	63	158
ТР-81	ПУ-13 ПУ-12	•	110	130	Ш-28	0,35	63	158
ТР-33	ПУ4-3 ПУ5-3	•	85/110	110	Ш-28	0,35	63	150

Примечание. В комплект выпрямителя В-2 входят 2 трансформатора.

30		Число обмоток	Данные обмоток			
сечение (в см²)	сборка железа		Провод		Число витков	Способ намотки
			марка	сечение		
—	—	I	ПЭ	1,0	21	—
		—	ПЭ	1,0	21	
		—	ПЭ	1,0	21	
		—	ПЭ	1,0	21	
		—	ПЭ	1,0	21	
		—	ПЭ	1,0	22	
		—	ПЭ	0,69	286	
		II	ПЭ	0,69	286	
		III	ПЭ	2×1,45	17	
		IV	ПЭ	1,45	12	
		V	ПЭ	1,45	14	
		VI	ПЭ	1,45	13	
		VII	ПЭ	0,2	2×1630	
—	—	I	ПЭ	1,0	21	—
		—	ПЭ	1,0	21	
		—	ПЭ	1,0	21	
		—	ПЭ	1,0	21	
		—	ПЭ	1,0	21	
		—	ПЭ	1,0	22	
		—	ПЭ	1,0	286	
		II	ПЭ	0,2	300	
		III	ПЭ	2×1,45	17	
		IV	ПЭ	1,45	12	
		V	ПЭ	1,45	14	
		VI	ПЭ	1,45	13	
		VII	ПЭ	0,2	2×1630	
28×63	Впере- крыш- ку	I	ПЭ	0,8	295	Вслой
		II	ПЭ	0,3	2×950	
		III	ПЭ	1,1	11	
		IV	ПЭ	1,1	10	
		V	ПБД	1,4	5+6	
28×63		I	ПЭ	0,8	295	Вслой
		II	ПЭ	0,3	2×950	
		III	ПЭ	1,1	11	
		IV	ПЭ	0,8	5+5	
		V	ПБД	1,4	5+6	
		VI	ПЭ	0,5	2×8	
28×63	Впере- крыш- ку	I	ПЭ	0,69	355	Вслой
		II	ПЭ	1,0	2×6	
		III	ПЭ	0,25	2×1200	
		II	ПЭ	1,0	2×6	
		II	ПЭ	1,2	11	

СВОДНАЯ
по трансформаторам низкой частоты (применяемым)

Тип	В каких типах аппаратуры применяется	Завод-изготовитель	Ж е л е з о					
			тип штамповки	толщина железа (в мм)	толщина набора (в мм)	число пластин	сечение (в см²)	вес железа (в кг)
I. Трансформаторы фотокаскадой								
ТР-6	Ф-1; ФЭК-9 : : :	Ленкинап	Ш-19	0,35	30	75	19×30	—
II. Трансформаторы микрофонные								
ТР-8	М-1; УЭК-9	»	Ш-19	0,35	30	75	19×30	—
ТР-25	ПЭК-20	»	Ш-19	0,35	30	—	19×30	—
ТР-67	УЭК-3	»	Ш-19	0,35	30	75	19×30	—
ТР-48	ПУ-9-№ 1	»	Г-13	0,35	15	76	13×15	—
ТР-111	УЭК-5	»	Г-13	0,35	26	—	13×26	—
III. Трансформаторы входные								
ТР-1	У-1; УЭК-9	»	Ш-19	0,35	30	75	19×30	1,20
ТР-48²)	УП8-1	№ 2 НКС	Ш-25	0,35	35	95	25×35	1,75
IV. Трансформаторы переходные								
ТР-2³)	У-1; УЭК-9	Ленкинап	Ш-19	0,35	30	75	19×30	1,20
—	УЭК-3; УЭК-5;	»	Ш-19	0,35	30	75	19×30	1,20
ТР-26	УЭК-20	»	Ш-19	0,35	30	75	19×30	—
ТР-31	ПУ4-3; ПУ5-3	»	Ш-19	0,35	30	75	19×30	—
ТР-47	ПУ-9; ПУ-12	»	Ш-19	0,35	20	50	19×20	—
Р-35069-1	УК-25; УКМ-25	Им. Казанского	№ 3	—	—	54	—	—
ТР-4⁴)	УП8-1	№ 2 НКС	Ш-25	0,35	35	95	25×35	1,75
ТР-5⁴)	УП8-1	»	Ш-25	0,35	35	95	25×35	1,75
ТР-80	ПУ-10; 2ПУ-10;	Ленкинап	Ш-19	0,35	20	50	19×20	—
—	ПУ-13	»	Ш-19	0,35	20	50	19×20	—
V. Трансформаторы выходные								
ТР-3	У-1	»	Ш-28	0,35	42	105	28×42	2,94
ТР-11	УЭК-9; УЭК-3	»	Ш-28	0,35	42	105	28×42	—
ТР-27	ОЭК-20	»	Ш-42	0,35	42	105	42×42	—
ТР-51⁵)	УП8-1	№ 2 НКС	Ш-25	0,35	50	135	25×50	2,45
ТР-73	УЭК-5	Ленкинап	Ш-28	0,35	40	100	28×40	—
ТР-32	ПУ4-3; ПУ5-3	»	Ш-19	0,35	30	75	19×30	—
Р-35031	УК-25	Им. Казанского	№ 3	—	—	54	—	—
Р-38733	УКМ-25	»	№ 3	—	—	54	—	—
ТР-78	ПУ-10; 2ПУ-10	Ленкинап	Ш-19	0,35	30	75	19×30	—
ТР-84	ПУ-12; ПУ-13	»	Ш-19	0,35	30	75	19×30	—
ТР-46	ПУ-9	»	Ш-19	0,35	30	75	19×30	—

¹⁾ Трансформатор стержневого типа.

²⁾ Сопротивление I обмотки—63 Ω; вторичной—11300 Ω.

³⁾ Одна половина II обмотки мотається в одну сторону, другая — в другую.

в усилительной аппаратуре звукового кино)

до		Данные обмоток							
сборка же- леза	Первичная обмотка				Вторичная обмотка				
	Провод		Число витков *	Способ намотки	Провод		Число витков	Способ намотки	
	марка	сечение			марка	сечение			
Вперекрыш- ку	ПЭ	0,1	6 000	Вслой	ПЭ	0,35	2×425	Вслой	
»	ПЭ	0,2	2×900	»	ПЭ	0,3	1000	—	
»	ПЭ	0,25	2×600	»	ПЭ	0,2	2800	—	
»	ПЭ	0,2	2×900	»	ПЭ	0,1	4×2700	—	
»	ПЭ	0,35	2×150	»	ПЭ	0,1	2×250	—	
»	ПЭ	0,2	2×350	»	ПЭ	0,08	2×2450	— ¹⁾	
»	ПЭ	0,35	2×425	»	ПЭ	0,1	4×1125	Вслой	
—	ПЭ	0,3	1260±1%	Вразброс	ПЭ	0,08	15900±0,5%	—	
Вперекрыш- ку	ПЭ	0,1	3 000	Вслой	ПЭ	0,1	2×3000	Вслой	
»	ПЭ	0,1	8 000	»	ПЭ	0,1	2×3000	»	
»	ПЭ	0,1	2 000	»	ПЭ	0,1	2×4500	»	
»	ПЭ	0,1	4 000	»	ПЭ	0,1	2×5000	»	
»	ПЭ	0,08	7 000	»	ПЭ	0,08	2×7000	»	
»	ПЭ	0,08	2×2500	—	ПЭ	0,08	2×6250	—	
—	ПЭ	0,12	12000±0,5%	Вразброс	ПЭ	0,08	2×12000±0,5%	Вразброс	
—	ПЭ	0,12	2×6000±0,5%	»	ПЭ	0,08	2×12000±0,5%	»	
Вперекрыш- ку	ПЭ	0,10	3500	Вслой	ПЭ	0,08	2×7000	Вслой	
»	ПЭ	0,10	3500	—	ПЭ	0,08	2×7000	»	
—	ПЭ	0,35	2×650	»	ПЭ	1,0	52+20+33	»	
Вперекрыш- ку	ПЭ	0,35	2×650	»	ПЭ	1,3	52+20+33	»	
»	ПБД	0,47	2×500	»	ПБД	1,35	55+20+30	»	
—	ПБД	0,23	2×600	Вразброс	ПБД	0,9	60+89+111+ +198=453	По сек- циям вслой	
»	ПЭ	0,35	2×850	Вслой	ПЭ	1,2			
»	ПЭ	0,2	2×850	»	ПЭ	0,8			12+68+32
Вперекрыш- ку	ПЭ	0,15	2×1600	—	ПЭ	0,55	75	»	
»	ПЭ	0,14	2×1600	—	ПЭ	0,55	120	—	
»	ПЭ	0,21	2×900	Вслой	ПЭ	0,55	100	—	
»	ПЭ	0,21	2×900	»	ПЭ	1,0	72	Вслой	
»	ПЭ	0,21	2×900	»	ПЭ	1,0	100	»	
»	ПЭ	0,2	2×1000	»	ПЭ	1,0	80	»	

¹⁾ Сопротивление 2×8405 Ω.²⁾ Сопротивление 0,372+2,03+5,81+10,4=18,692 Ω.

Как правило, выходные трансформаторы усилителей звукового кино имеют две обмотки, из которых одна — первичная — разбита на две секции, т. е. имеет вывод средней точки; вторичная обмотка, включаемая в цепь полезной нагрузки, в передвижных усилителях имеет лишь два вывода, а в стационарных усилителях несколько

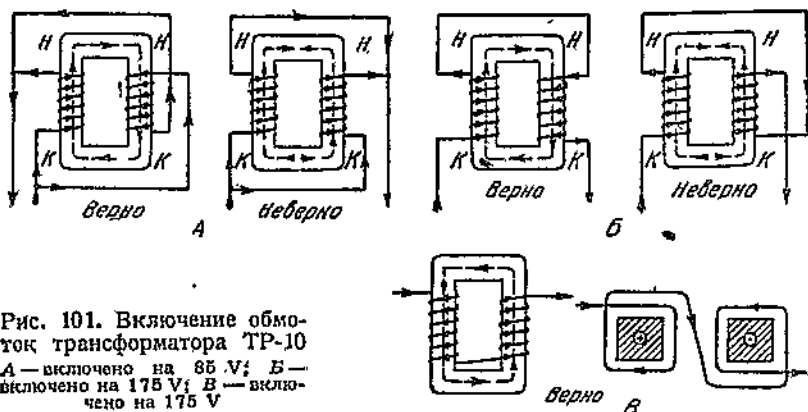


Рис. 101. Включение обмоток трансформатора ТР-10
А — включено на 85 В; Б — включено на 175 В; В — включено на 175 В

выводов. Это сделано для того, чтобы согласовать сопротивление полезной нагрузки с анодной цепью электронных ламп оконечного каскада.

Выходные трансформаторы, как правило, работают на понижение; коэффициент их трансформации определяется из формулы ¹⁾:

$$n = \sqrt{\frac{R_a}{2\alpha R_i}}, \quad (20)$$

где n — коэффициент трансформации; R_a — внешнее сопротивление; R_i — внутреннее сопротивление плеча; α — нагрузочный коэффициент $= 2 \div 5$; $\alpha = \frac{R'_a}{R_i}$.

Практически n бывает:

$$n \approx 1:22,6 \text{ (для ТР-32 в ПУ5-3);}$$

$$n \approx 1:12 \text{ (для ТР-11 в УЗК-3).}$$

Так как напряжение, подводимое к первичной обмотке выходного трансформатора, в усилителях достигает до 1200 В (как, например, в ВУО-30-II), на электрическую прочность обмоток обращают весьма серьезное внимание. При изготовлении выходного трансформатора первичную обмотку хорошо изолируют не только от вторичной, но и от железного сердечника. Обмотка выходного трансформатора обычно бывает цилиндрического типа. Витки мотаются для первичной обмотки и для вторичной вслой. В большинстве случаев (за исключением трансформатора усилителя ВУО-30-II и ВУП-30) выходные трансформаторы бывают бронзового типа. Форма пластин — Ш-образная; материал — трансформаторная высоколегированная сталь.

Более подробные данные по выходным трансформаторам приведены в табл. 20 (стр. 70—71). Об авариях, происходящих по вине выходных трансформаторов, см. раздел «Аварии».

В качестве примера ниже приведены данные выходных трансформаторов ТР-32 (от усилительного устройства ПУ5-3) и ТР-11 (от усилителей УЗК-9 и УЗК-3).

Междуламповый трансформатор (переходной) в усилителях низкой частоты служит для связи анодной цепи предыдущей электронной лампы с сеточной цепью лампы или ламп (как в пуш-пулле, см. стр. 105).

Так же, как и выходные трансформаторы, междуламповые трансформаторы имеют обычно две обмотки, в некоторых случаях разбитые, как это указано в разделе о монтажных деталях, на отдельные секции.

Намотка обмоток ведётся вслой.

Междуламповые трансформаторы делают бронированного типа и собираются на трансформаторной высоколегированной стали из пластин Ш-образной формы.

Как правило, все междуламповые трансформаторы экранируются во избежание воздействия магнитных полей со стороны силового и выходного трансформаторов.

Нагрев трансформатора из-за малых потерь в меди и железе ничтожен.

¹⁾ Формула даёт значения для двухтактной схемы (пушпульной) в режиме класса «А».

Коэффициент междупластовых трансформаторов бывает порядка $n = 1,25 : 1$ (как, например, для ТР-31 усилительного устройства ПУ5-3) или $n = 2 : 1$ (для ТР-2 усилителей УЗК-9 и УЗК-3).

Более подробные данные по типам междупластовых трансформаторов, к которым нужно отнести и трансформаторы фотокаскадов, приведены в табл. 20, стр. 70—71.

Входной и микрофонный трансформаторы применяются в тех случаях, когда первоисточник возбуждения (фотокаскад, микрофон) имеет малое внутреннее сопротивление, когда, следовательно, можно повысить развиваемое им напряжение за счёт коэффициента трансформации.

В связи с тем, что входное напряжение имеет малую величину — порядка 2,5 — 5 мВ, необходимо во избежание наводок на «выход» усилителя экранировать входной и микрофонный трансформаторы. Микрофонные и входные трансформаторы делаются как бронзового типа, имеющего наибольшее распространение, так и стержневого. Последний тип менее восприимчив к помехам, так как электромагнитные поля помех, пересекая витки двух катушек трансформатора, вызовут в нём появление э. д. с. помех, направленных навстречу друг другу и взаимно уничтожающихся.

На рис. 105 направления магнитных полей помех в сердечнике показаны пунктирными стрелками и, как видно, направлены друг другу навстречу.

В микрофонных трансформаторах применяется способ намотки: первичной — вслой; вторичной — вразброс. Сердечник собирается из пластин высоколегированной стали. Пермаллой в настоящий момент еще не применяется, хотя он и даёт огромные преимущества, позволяя делать микрофонный и входной трансформаторы малых габаритов и уменьшать количество витков, что крайне выгодно с точки зрения наводок.

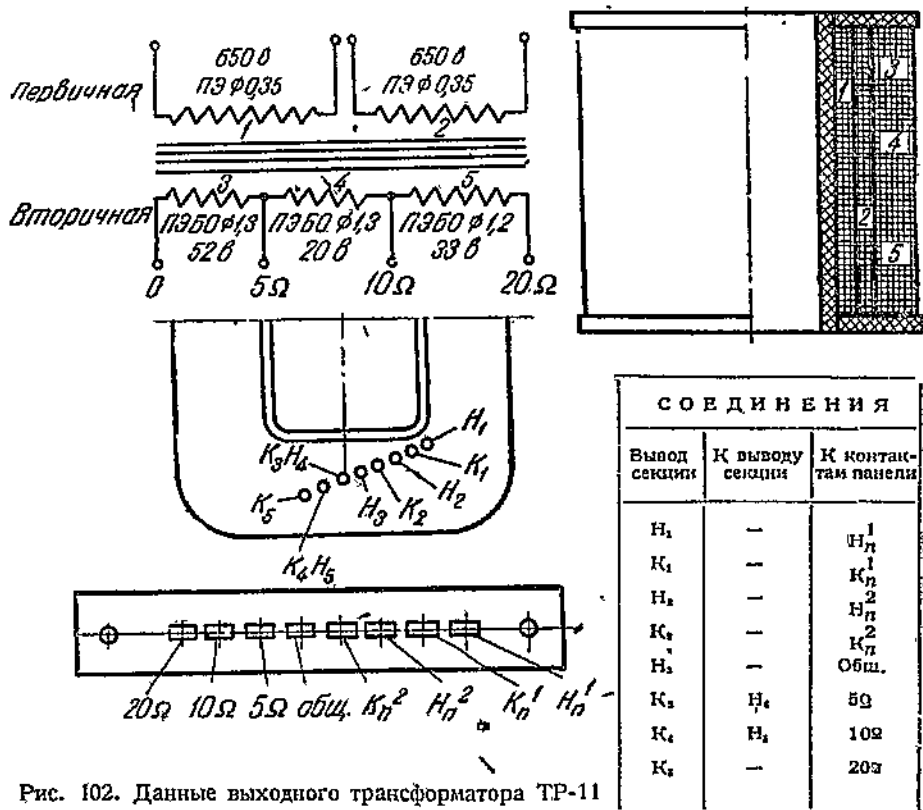


Рис. 102. Данные выходного трансформатора ТР-11

В качестве примера в таблице 20 приводятся данные микрофонного трансформатора типа ТР-8, применяемого в нескольких типах усилительной аппаратуры.

ДРОССЕЛИ

Так же, как и трансформатор, дроссель является неотъемлемой деталью каждого усилительного устройства.

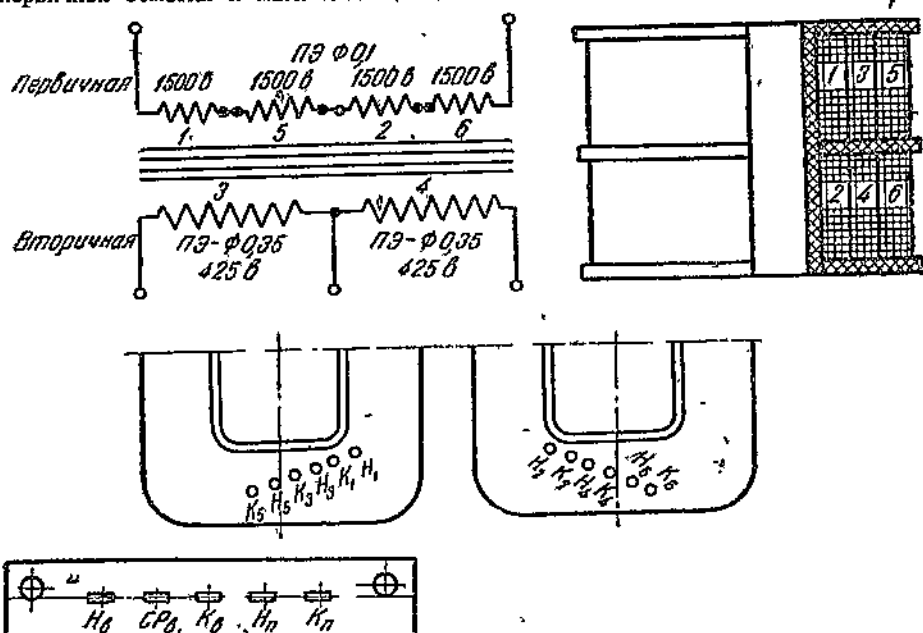
В зависимости от цели и назначения дроссели можно разбить на следующие типы: 1) низкой частоты; 2) высокой частоты.

Дроссели низкой частоты по признаку применения можно разбить на следующие типы: 1) сглаживающие; 2) анодных нагрузок; 3) утечек сеток; 4) тон-контроля.

Дроссели высокой частоты применяются в радиоприёмниках и лишь в редких случаях — в усилителях низкой частоты (в УСУ-20).

ПРИНЦИП РАБОТЫ ДРОССЕЛЯ. В разделе трансформаторов было указано, что приложенное к обмотке напряжение уравнивается э. д. с. самоиндукции обмотки, индуцируемой потоком в сердечнике при некотором расходе тока в цепи.

Расход тока в цепи в основном зависит в случае трансформатора от нагрузки его вторичной обмотки, а при холостом ходе его величина зависит только от данных первичной обмотки и магнитной цепи.



С О Е Д И Н Е Н И Я					
Вывод секции	К выводу секции	К контакту панели	Вывод секции	К выводу секции	К контакту панели
H ₁	—	H ₇	K ₁	—	K ₇
K ₁	H ₂	—	H ₂	—	H ₈
K ₂	H ₃	—	K ₂	H ₃	CРВ
K ₃	H ₄	—	K ₃	—	K ₈

Рис. 103. Данные трансформатора TP-6 (трансформатор фотокасида)

Обычно ток холостого хода трансформатора во много раз меньше тока нагрузки, а следовательно, на холостом ходу трансформатор представляет собой большое сопротивление переменному току, обладая малым омическим сопротивлением.

Таким образом, если на сердечник намотать только одну обмотку, т. е. выполнить дроссель, то можно для цепи переменного тока создать сопротивление, во много раз превосходящее величину омического сопротивления обмотки.

Это свойство дросселя — представлять большое сопротивление (так называемое индуктивное сопротивление) переменному току при малом сопротивлении постоянному току — и является основой широкого применения дросселей в усилительной аппаратуре.

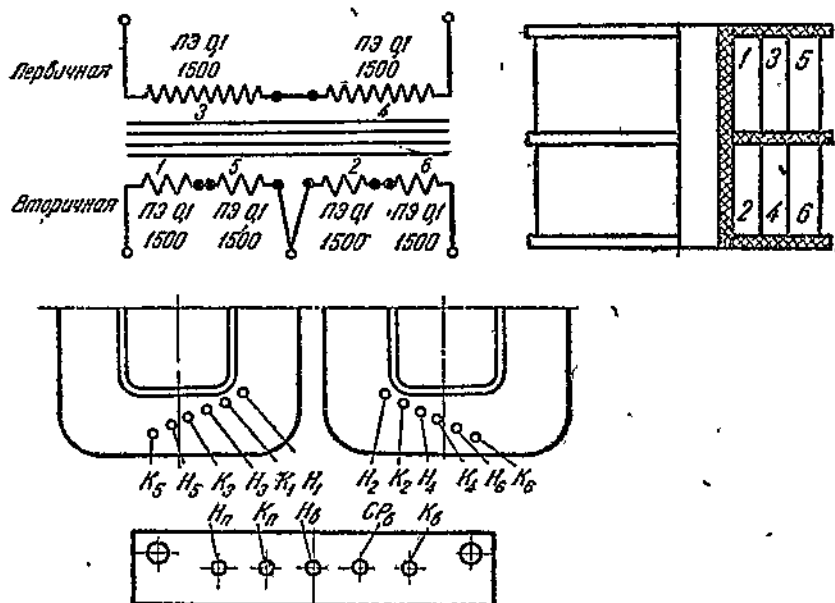
Применительно к условиям работы дросселя в усилительной аппаратуре представляет интерес: 1) зависимость индуктивного сопротивления дросселя от частоты

1) переменного тока; 2) зависимость величины коэффициента самоиндукции от величины постоянного тока, проходящего через дроссель.

Зависимость индуктивного сопротивления от частоты выражается формулой:

$$X_L = \omega \cdot L, \quad (21)$$

где X_L — индуктивное сопротивление; ω — круговая частота переменного тока; L — коэффициент самоиндукции дросселя, т. е. индуктивное сопротивление пропорционально коэффициенту самоиндукции дросселя и частоте переменного тока; чем больше коэффициент самоиндукции и чем выше частота, тем индуктивное сопротивление больше.



С О Е Д И Н Е Н И Я					
Вывод секции	К выводу секции	К контакту панели	Вывод секции	К выводу секции	К контакту панели
H ₁	—	H ₈	K ₆	—	K ₈
K ₁	H ₆	—	H ₂	—	H ₇
K ₂	H ₂	СР ₈	K ₃	H ₁	—
K ₄	H ₄	—	K ₄	—	K ₇

Рис. 104. Данные переходного трансформатора ТР-2

Коэффициент самоиндукции дросселя вычисляется по следующей формуле:

$$L = \frac{0,4 \cdot \pi \cdot \mu_a \cdot n^2 \cdot Q_{жс} \cdot 10^{-8}}{l_{жс}}, \quad (22)$$

где L — коэффициент самоиндукции в генри; n — число витков катушки; μ_a — проницаемость железа; π — архимедово число $\approx 3,14$; $Q_{жс}$ — площадь сечения железного сердечника в см^2 ; $l_{жс}$ — длина силовой линии. Коэффициент самоиндукции пропорционален квадрату числа витков обмотки (n^2) и зависит от свойств железа (μ) и конструктивных данных сердечника $\left(\frac{Q_{жс}}{l_{жс}}\right)$.

Величина μ , как показывает опыт, для данного железа зависит от целого ряда причин, в частности от того, проходит ли по обмотке постоянный ток или нет. Чем больше постоянный ток, проходящий по обмотке, тем меньше величина μ и, следовательно, величина коэффициента самоиндукции. При большом значении тока величина μ уменьшается из-за насыщения железа настолько, что становится выгодным вводить в магнитную цепь зазор, что и производится в целом ряде типов дросселей. В этом случае железо сердечника дросселя собирается впритык. У дросселей, не имеющих зазора, железо сердечника собирается вперекрышку.

П р и м е р. Аппаратная звукового кино оборудована комплектом усилительной аппаратуры типа УСУ-3, схема № 4А. Нас интересует: 1) Какое индуктивное сопротивление имеет дроссель 2 (ДР-43) шитка ЦЗК? 2) Во сколько раз дроссель 2 (ДР-43) шитка ЦЗК снижает пульсацию переменной составляющей тока тунгового выпрямителя? 3) Величина относительного падения напряжения на дросселе 2 (ДР-43) шитка ЦЗК.

Д а н н ы е: 1) сопротивление дросселя 2 (ДР-43) постоянному току $R \cong 0,6 \Omega$; 2) коэффициент самоиндукции дросселя 2 (ДР-43) $L = 0,05 \text{ H}$; 3) сопротивление нагрузки $R_{\text{нагрузки}} \cong 6 \Omega$ (в цепи идёт ток в 3,75 А, напряжение — 23 В); 4) круговая частота для двухполупериодной схемы выпрямления $\omega = 628$.

Подставляя наши значения в формулу (21), имеем:
 $X_L = \omega \cdot L = 628 \cdot 0,05 = 31,4 \Omega$.

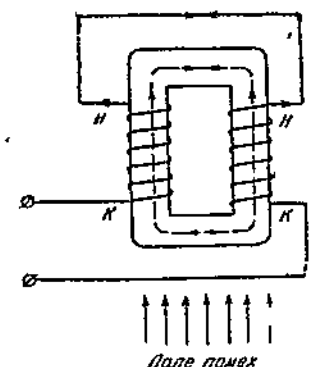
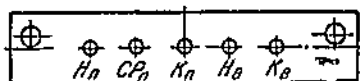
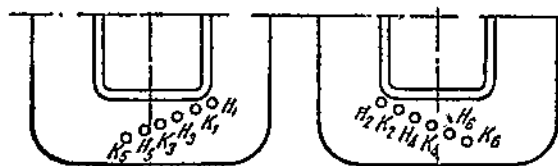
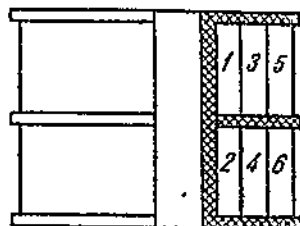
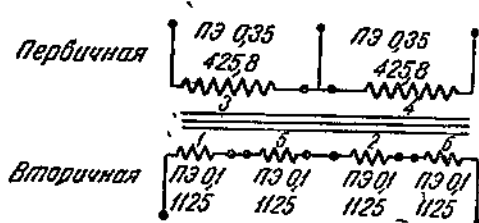


Рис. 105. Электромагнитное поле помех, пересекая витки катушек, вызывает в них появление э. д. с. индукции, направление которых противоположно. В этом случае э. д. с. индукции взаимоуничтожаются



С О Е Д И Н Е Н И Я					
Вывод секции	К выводу секции	К контакту панели	Вывод секции	К выводу секции	К контакту панели
H ₁	—	H ₈	K ₈	—	K ₈
K ₁	H ₂	—	H ₂	—	H ₁₁
K ₂	H ₃	—	K ₂	H ₁	CP ₁₁
K ₃	H ₄	—	K ₃	—	K ₁₁

Рис. 106. Данные входного трансформатора ТР-1

Исходя из полученного результата, приходим к выводу, что переменная составляющая на нагрузке составит примерно $\frac{1}{5}$ от переменного напряжения, которое имеется на конденсаторе 8, т. е. коэффициент пульсации снижен дросселем 2 (ДР-43) в пять раз.

В связи с тем, что до дросселя 2 (ДР-43) напряжение равно 25 В, а после него — 23 В, следовательно, падение напряжения постоянной слагающей на дросселе составляет 2 В, т. е. относительное падение напряжения на дросселе 2 составляет всего 8%.

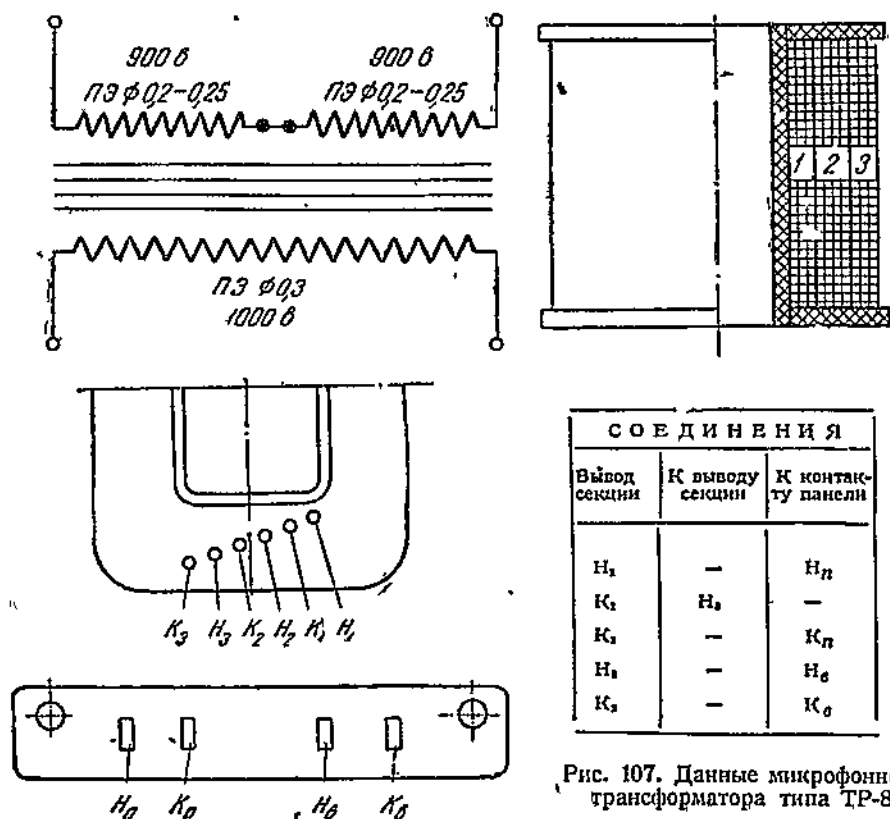


Рис. 107. Данные микрофонного трансформатора типа ТР-8

Дроссель фильтра. В качестве примера дадим описание дросселя типа ДР-4, который применяется в фильтре выпрямителей В-2, ВЗК-9 и ВЗК-3.

Катушка дросселя ДР-4 состоит из одной секции, на которой намотано 5500 витков проволоки марки ПЭ Ø 0,03, уложенных в слой. Сердечник дросселя собран из высоколегированной стали 0,35 типа Ш-28. Число пластин — 105. Сборка железа — впритык. Зазор — 3 мм.

Дроссель анодной нагрузки. Приведем данные дросселя типа ДР-2, применяемого в усилителях У-1; УЗК-9; УЗК-20 завода Ленкинап. Катушка дросселя ДР-2 состоит из трех секций, на которых намотано 5400 витков проволоки марки ПЭ Ø 0,2. Сердечник ДР-2 собран из высоколегированной стали 0,35 типа Ш-19. Число пластин — 75. Сборка железа — впритык. Зазор — 3 мм.

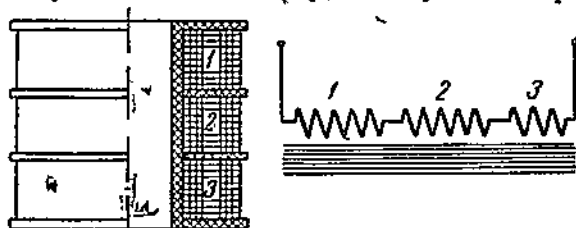


Рис. 108. Данные дросселя ДР-2

АВТОТРАНСФОРМАТОРЫ

В большинстве случаев электрические сети, энергией которых питаются звуковые установки, не имеют стабильного напряжения, которое особенно сильно колеблется в провинции из-за перегрузки этих сетей.

СВОДНАЯ
по дросселям низкой частоты, применяемым

Тип	В каких типах аппаратуры применяется	Завод изготовитель	Ж е л е з е						
			тип штамповки	толщина железной (в мм)	толщина набора (в мм)	число пластин	сечение (в см²)	вес железа (в кг)	зазор (в мм)
I. Дроссели анодных нагрузок									
ДР-2	У-1; УЗК-9; УЗК-20; УЗК-5.	Ленкинад	Ш-19	0,35	30	75	19×30	1,2	0,3
ДР	ПУ9 № 2	»	Крепится железным винтом Ø=4 мм						
ДР	УКМ-25	Им. Казанского	—	0,35	—	80	—	—	—
II. Дроссели утечек сеток									
ДР-1	У-1; УЗК-9; УЗК-20	Ленкинад	Ш-19	0,35	30	75	19×30	1,2	Нет
III. Дроссели тон-контроля									
ДР-18	УЗК-20	»	Ш-19	0,35	30	75	19×30	—	—
ДР	ПУ-9 № 1-2	»	Железный винт Ø=4 мм						
ДР-22	ПУ-4-3	»	Ш-11	—	—	—	—	—	—
ДР	УКМ-25	Им. Казанского	—	0,35	—	80	—	—	—
IV. Сглаживающие дроссели									
ДР-4	В-2, ВЗК-9, ВЗК-3, ВЗК-5	Ленкинад	Ш-28	0,35	40	105	28×40	2,94	0,5
ДР-5	В-2	»	Ш-19	0,35	30	75	19×30	—	0,3
ДР-10	ВЗК-9, ВЗК-3	»	Ш-28	0,35	40	105	28×40	2,94	0,5
ДР-10А	УЗК-20	»	Ш-28	0,35	—	105	28×20	2,94	—
ДР-20	ОЗК-20	»	Ш-28	0,35	42	105	28×42	—	—
ДР-8А	ВЗК-20	»	Ш-28	0,35	65	180	28×65	5,04	0,8
ДР-19	УЗК-20	»	Ш-19	0,35	30	80	19×30	—	0,3
ДР-30	ПУ9-№ 1-2	»	Ш-11	0,35	15	38	11×15	—	0,3
ДР-11	ПУ-3	»	Ш-19	0,35	19	50	19×19	—	—
ДР-23	ПУ-4-3; ПУ-5-3	»	Ш-19	0,35	30	75	19×30	—	0,3
ДР	УК-25	Им. Казанского	—	—	—	—	—	—	—
ДР-29	В 8/2	№-2 НКС	Ш-20	0,5	30	60	20×30	0,95	0,15×3
ДР-30	В 8/2	»	Ш-20	0,5	30	60	20×30	0,95	0,15×3
ДР-31	В 8/2	»	Ш-20	0,5	30	60	20×30	0,95	0,15×3
ДР-32	В 8/2	»	Ш-25	0,5	35	63	25×35	1,75	0,5×3
ДР-17	ВУО-30/2	»	Г-30	0,35	45	230	30×45	2,70	—
ДР-44	ПУ-10, 2ПУ-10	»	Ш-11	0,35	15	38	11×15	—	—
	ПУ-13, ПУ-12	»	—	—	—	—	—	—	—
ДР-8	ЩЗК-9; ЩУ	Ленкинад	Ш-28	0,35	69	180	28×69	—	0,8
ДР-9	ЩЗК-9, ЩЗК-20; ЩУ	»	Ш-28	0,35	69	180	28×69	—	0,8
ДР-28	ЩЗК-3	»	Ш-28	0,35	40	105	28×40	—	1,5
ДР-35	ЩЗК-3	»	Ш-28	0,35	63	150	28×63	—	1,5
ДР-62	ЩЗК-5	»	»	»	»	»	»	»	»
ДР-21 ¹⁾	ЩЗК-20	»	Ш-28	0,35	65	180	28×65	—	—

¹⁾ Свободные места оставлены, чтобы читатель мог описать данные новых деталей.

ТАБЛИЦА

Таблица 21

в аппаратуре звукового кино Союза ССР

з б		Данные обмотки						Число секций на катушке	Примечание	
сборка железа		провод			Число витков	Намотка	сопротивление			
		вес (в кг)	марка	сечение			(в омах)			
Впритык	—	—	ПЭ	0,2	5400	Вразброс	—	—	3	В последнее время зазор в ДР-2 не делается Чертеж Р-38822
—	—	—	ПЭ	0,15	10000	»	—	—	1	
Вперекрышку	—	—	ПЭ	0,1	2000	»	322	±20%	—	
»	—	—	ПЭ	0,1	16000	»	4500	5000	4	В последнее время зазор в ДР-1 не делают
Впритык	—	—	ПЭ	0,3	1500	»	—	—	3	
—	—	—	ПЭ	0,1	15000	»	—	—	1	
—	—	—	ПЭ	0,2	2000	»	300	—	—	Чертеж Р-38734
Вперекрышку	—	—	ПЭ	0,1	4000	Вразброс	688	±20%	—	
Впритык	—	—	ПЭ	0,3	5500	»	230	260	1	
»	—	—	ПЭ	0,2	5400	»	400	—	3	
»	0,9	—	ПЭ	0,25	9000	»	700	—	1	
»	0,9	—	ПЭ	0,24	8000	—	—	—	1	
»	—	—	ПЭ	0,35	4000	—	—	—	1	
»	1,0	—	ПЭ	0,7	1200	Вслой	—	—	1	
»	—	—	ПЭ	0,1	16000	Вразброс	—	—	4	
»	—	—	ПЭ	0,25	3500	»	—	—	1	
»	—	—	ПЭ	0,15	12000	»	—	—	1	
»	—	—	ПЭ	0,25	3400	»	170	—	—	
»	—	—	ПЭ	0,1	5000	—	850	±10%	—	
»	0,08	—	ПЭ	0,065	30000	Вразброс	33000	24000	1	
»	—	—	—	0,075	—	—	—	—	—	
»	0,21	—	ПЭ	0,15-	10000	»	1900	—	—	
»	—	—	—	0,2	—	—	—	—	—	
»	0,32	—	ПЭ	0,15-	15000	»	2940	—	—	
»	0,68	—	ПШО	0,345	4000	»	190	170	1	
Вперекрышку	0,32	—	ПБД	0,395	2500	»	—	—	1	
Впритык	0,3	—	ПЭ	0,42	2500	»	—	—	—	
—	—	—	—	0,3	—	—	—	—	—	
Впритык	—	—	ПЭ	0,7	1210	Вслой	—	—	1	
»	—	—	ПЭ	1,2	340	—	—	—	—	
—	—	—	ПЭ	1,2	380	Вслой	—	—	1	
—	—	—	ПБД	1,65	150	»	—	—	1	
—	—	—	ПВО	1,65	150	Вслой	—	—	—	
Впритык	—	—	ПЭ	1,0	600	—	—	—	—	

В последнее время зазор в ДР-2 не делается
Чертеж Р-38822

В последнее время зазор в ДР-1 не делают

Чертеж Р-38734

Отличается от ДР-10 иной формой лапки крепления

Чертеж Р-33529

Это заставляет на вход всех силовых устройств усилительной аппаратуры ставить те или иные устройства, поддерживающие постоянно питающего напряжения. Регулировка питающего напряжения осуществляется иногда автоматически с помощью так называемых стабилизаторов напряжения, но в большинстве случаев вручную с помощью реостата (например, в УСУ-9, УСУ-3 и т. д.) или автотрансформатора (например, в УСУ-5).

О реостатах мы уже говорили в разделе «Сопротивления». Здесь же укажем лишь на то, что реостат применим только в том случае, когда напряжение сети выше напряжения, необходимого для питания выпрямителя (например, сеть имеет напряжение 120 В, а вход силового устройства усилительной аппаратуры рассчитан на 85 В). В тех случаях, когда напряжение сети ниже напряжения, на которое рассчитан выпрямитель, реостат непригоден. В данном случае может быть применён или трансформатор, или автотрансформатор, работающие на повышение напряжения.

Остановимся более подробно на автотрансформаторе, его принципе действия и целесообразности применения.

Основным отличием автотрансформатора от трансформатора является частичное совмещение первичной и вторичной обмоток, иначе говоря, в автотрансформаторе между обмотками существует гальваническая связь. В то время как в трансформаторе вся мощность во вторичную обмотку из первичной передаётся через магнитный поток, возникающий в сердечнике трансформатора, в автотрансформаторе дело обстоит иначе.

Рис. 109. Работа автотрансформатора А

Чтобы ясно представить действие автотрансформатора, разберём три случая. **Случай I** (рис. 109). Автотрансформатор включён параллельно сети, имеющей напряжение U_1 . Нетрудно заметить, что автотрансформатор, имея при таком его включении коэффициент трансформации $n = 1$, не изменит на полезной нагрузке R напряжения U_2 .

В данном случае автотрансформатор оказывается ненужным. Более того, он будет даже лишним, так как он потребляет определённую мощность, являющуюся следствием некоторого холостого тока, протекающего через обмотку автотрансформатора при отсутствии нагрузки.

Следовательно, в разобранный случай вся мощность, потребляемая полезной нагрузкой R , передаётся из сети без участия автотрансформатора.

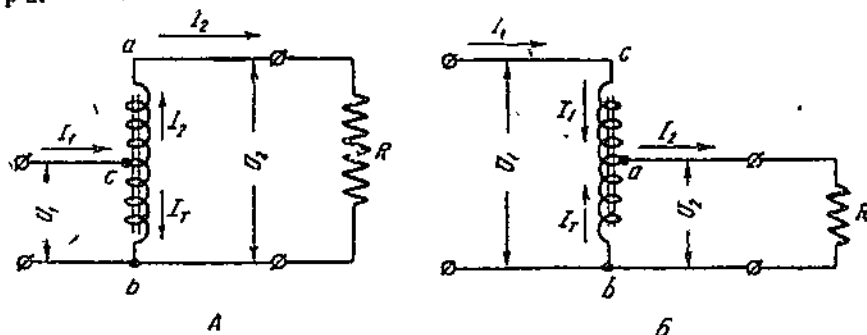


Рис. 110. Работа автотрансформатора:

А — на повышение напряжения; Б — на понижение напряжения

Случай II (рис. 110). Напряжение в сети ниже напряжения, которое требуется для нормальной работы потребителя (например, выпрямителя, мотора проектора и т. д.). В этом случае автотрансформатор работает на повышение, т. е. коэффициент трансформации

$$n = \frac{U_2}{U_1} > 1.$$

Ток I_1 , дойдя до точки С, по закону Кирхгофа разветвляется и равен

$$I_1 = I_2 + I_T, \quad (23)$$

где I_T — ток, проходящий через обмотку и создающий поток в сердечнике.

Пренебрегая потерями, можем считать $P_1 = P_2$,

$$U_2 I_2 = U_1 I_1. \quad (24)$$

или

80-12

Подставляя значение тока сети I_1 в равенство мощностей и раскрывая скобки, получим $U_2 I_2 = U_1 I_1 = U_1 (I_2 + I_T) = U_1 I_2 + U_1 I_T$.

Величина $U_1 I_T$ есть не что иное, как трансформируемая мощность, которую обозначим через P_T , так что

$$P_T = U_1 I_T. \quad (25)$$

Мощность P_T можно выразить таким образом:

$$P_T = U_1 I_T = U_2 I_2 - U_1 I_2 = I_2 (U_2 - U_1), \quad (26)$$

т. е. трансформируемая мощность P_T равна вторичному току I_2 , умноженному на разность напряжений между вторичным напряжением (напряжение на полезной нагрузке) U_2 и первичным напряжением (сети) U_1 .

Из этого становится понятным, что трансформируемая мощность P_T значительно меньше первичной мощности P_1 , т. е. мощности, потребляемой из сети.

Следовательно, по сравнению с трансформатором автотрансформатор даёт преимущество с точки зрения расхода обмоточной меди и железа. Сказанное поясним на примере (рис. 111).

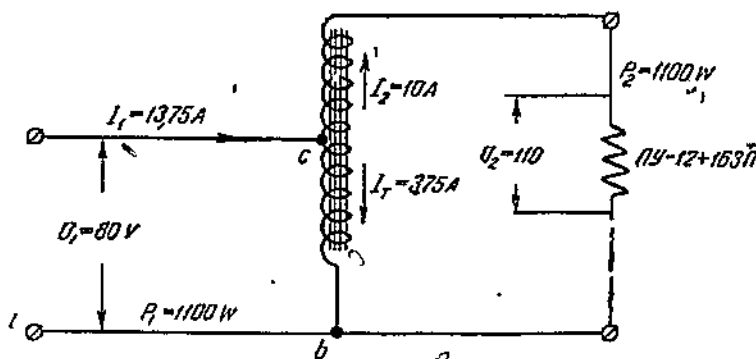


Рис. 111. Пример работы автотрансформатора на повышение

Пусть дано: $U_1 = 80$ В; $U_2 = 110$ В (как в $\Delta Y-12$ и $16-3П$); $I_2 = 10$ А; $P_2 = P_1 = 1100$ Вт; $I_1 = \frac{P_1}{U_1} = 13,75$ А, но $I_1 = I_2 + I_T$, откуда $I_T = 13,75 - 10 = 3,75$ А.

Для определения трансформируемой мощности используем равенство

$$P_T = I_2 (U_2 - U_1) = 10 (110 - 80) = 300 \text{ Вт}.$$

На эту мощность в 300 Вт и рассчитывается автотрансформатор. В том же случае, если бы мы применили не автотрансформатор, а просто трансформатор, то трансформатор пришлось бы рассчитывать на все 1100 Вт.

Следовательно, выгода применения автотрансформатора очевидна.

Необходимо указать, что применение автотрансформатора выгодно только при малой разнице в трансформируемом напряжении, т. е. напряжении сети и напряжении на потребителе.

Так например, нетрудно подсчитать, что если

$$U_1 = 80 \text{ В}; U_2 = 240 \text{ В}; I_2 = 1 \text{ А}; P_2 = 240 \text{ Вт},$$

следовательно:

$$U_2 = 3 U_1, \text{ или } U_1 = \frac{1}{3} U_2.$$

Подставляя наши значения в формулу для P_T , имеем:

$$P_T = I_2 (U_2 - U_1) = I_2 \left(U_2 - \frac{1}{3} U_2 \right) = I_2 \left(\frac{3}{3} U_2 - \frac{1}{3} U_2 \right) = \frac{2}{3} U_2 I_2 = \frac{2}{3} P_2,$$

то есть

$$P_T = \frac{2}{3} P_2 = \frac{2}{3} \cdot 240 = \frac{480}{3} = 160 \text{ Вт}.$$



Следовательно, $\frac{2}{3}$ мощности трансформируются через магнитное поле и лишь $\frac{1}{3}$ переходит из сети в полезную нагрузку непосредственно, что, конечно, менее выгодно, чем в предыдущем примере, и в этом случае разница между трансформатором и автотрансформатором невелика.

Аналогичные же рассуждения можно применить и к случаю работы автотрансформатора на понижение.

В этом случае:

$$P_T = I_2 (U_1 - U_2). \quad (27)$$

Ниже даётся описание наиболее распространённых фабричных автотрансформаторов, изготовленных заводом Ленкинап и применяемых в аппаратуре звукового кино.

✓ **КОМПЛЕКТ АВТОТРАНСФОРМАТОРА КАТ-5.** Комплект разработан и изготовлялся ленинградским заводом Кинап.

КАТ-5 входит в комплект усилительных устройств звуковых кинопередвижек и служит для поддержания постоянства питающего напряжения при колебаниях напряжения сети в пределах 85 — 120 В и 185 — 220 В.

Конструктивно автотрансформатор КАТ-5 оформлен в виде деревянного ящика (рис. 112), снабжённого ручкой для переноски. Ящик имеет откидывающуюся крышку, закрывающую при транспортировке переднюю панель автотрансформатора.

В левой части передней панели находятся гнезда для переключения автотрансформатора на 120 — 85 В или на 220 — 185 В (см. таблицу соединений), а в правой её части вольтметр переменного тока типа ЭМ на 140 В, по которому контролируется напряжение, подводимое к потребителям (например, проекционная лампа и т. д.) от сети через КАТ-5.

Из схемы (рис. 113), видно, что регулировка напряжения на гнездах потребителей осуществляется путём переключения секций автотрансформатора, выведенных на переднюю панель к гнездам, расположенным по окружности. В центре между ними находится гнездо *a*, которое с помощью короткого провода, снабжённого на концах однополюсными вилками, соединяется с одним из указанных гнезд. При перемещении проводничка по часовой стрелке напряжение (наблюдаемое по вольтметру) на гнездах потребителей возрастает.

Сеть переменного тока подводится к клеммам, расположенным на верхней стенке ящика. Способ включения КАТ-5 в сеть указан на рис. 112.

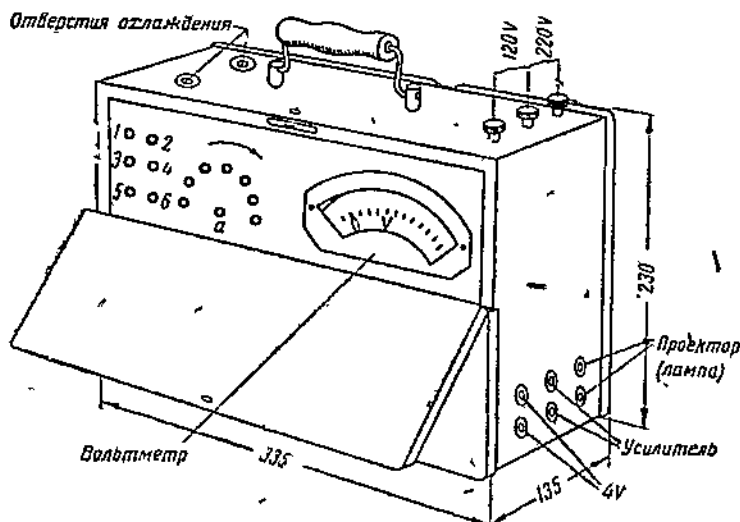


Рис. 112. Общий вид КАТ-5

При включении автотрансформатора в электросеть настоятельно рекомендуется поставить предохранители на 10 А, так как в случае короткого замыкания автотрансформатор может сгореть.

На рис. 113 приведена принципиальная схема КАТ-5, которая аналогична схеме КАТ-4.

Кинемеханик, имея под рукой КАТ-5, может использовать его вольтметр для измерения и других цепей, не связанных с КАТ-5, но имеющих напряжение не выше 140 В переменного или постоянного тока. Для этого лишь необходимо вынуть все перемычки из гнезд КАТ-5 и отсоединить от него провода сети и нагрузки.

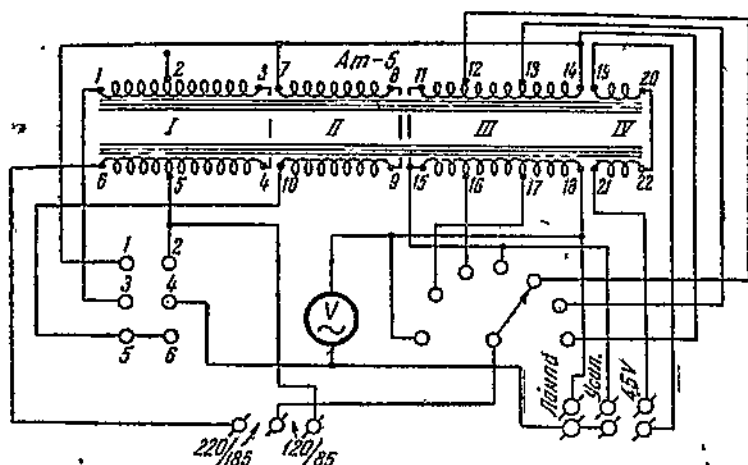


Рис. 113. Принципиальная схема КАТ-5

Измеряемый участок какой-либо цепи, имеющий (как указано выше) напряжение не выше 140 В, присоединяется к гнездам «проектор (лампа)» автотрансформатора КАТ-5.

Режим КАТ-5

Подводимое напряжение	85/120 В или 185/220 В
Потребляемая мощность из сети при полной нагрузке	около 750 Вт
Напряжение на гнездах «проектор (лампа)»	110 В
Мощность, потребляемая цепью «лампа»	600 Вт
Напряжение на гнездах «усилитель»	110 В
Мощность, потребляемая цепью «усилитель»	110 Вт
Напряжение на гнездах «4V»	4,5 В
Ток в цепи гнезд «4V»	10 А
Мощность, потребляемая цепью «4V»	40 Вт

Таблица 22

Соединение гнезд	
120/85 В	220/185 В
1Ø — 2Ø 3Ø — 4Ø 5Ø — 6Ø	1Ø — 2Ø 3Ø — 4Ø 5Ø — 6Ø

Данные автотрансформатора АТ-5. Первичная обмотка: провод ПБД Ø 1,8; 165 витков, отвод от 28-го витка. Вторичная обмотка: провод ПЭ Ø 1,2; 151 виток. Третья обмотка: провод ПБД Ø 1,8; 62 витка, отводы от 20 и 41 витка. Четвертая обмотка: провод ПБД Ø 1,8; в параллель два провода по 8 витков, всего 16 витков.

Таблица 23

120/85 В	220/185 В
2Ø — 1Ø 4Ø — 3Ø 6Ø — 5Ø	2Ø — 1Ø 4Ø — 3Ø 6Ø — 5Ø

КОМПЛЕКТ АВТОТРАНСФОРМАТОРА КАТ-3. Комплект конструктивно оформлен аналогично КАТ-4 или КАТ-5, но с той лишь разницей, что схема переключений со 120 В на 220 В производится несколько иначе (см. табл. соединений 23).

Регулировка напряжения производится так же, как и в КАТ-5, с помощью короткого провода, снабженного на концах однополюсными вилками. Перемещая один из концов проводника (второй конец вставляют в гнездо а) против часовой стрелки

от гнезда б к з, мы тем самым увеличиваем напряжение на гнездах потребителей. Во избежание перенапряжения на гнездах потребителя вначале, при включении КАТ-3 в осветительную сеть, проводничок со штепсельными вилками ставят в гнезда а и б, постепенно передвигая по стрелке до тех пор, пока вольтметр не покажет

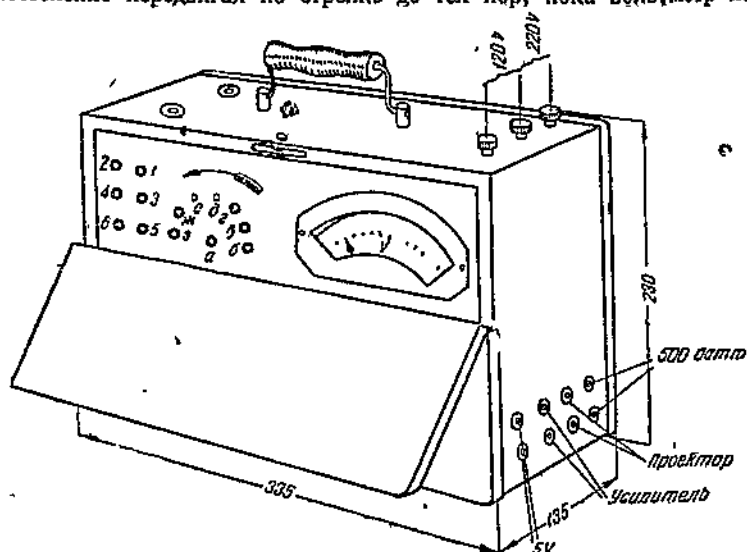
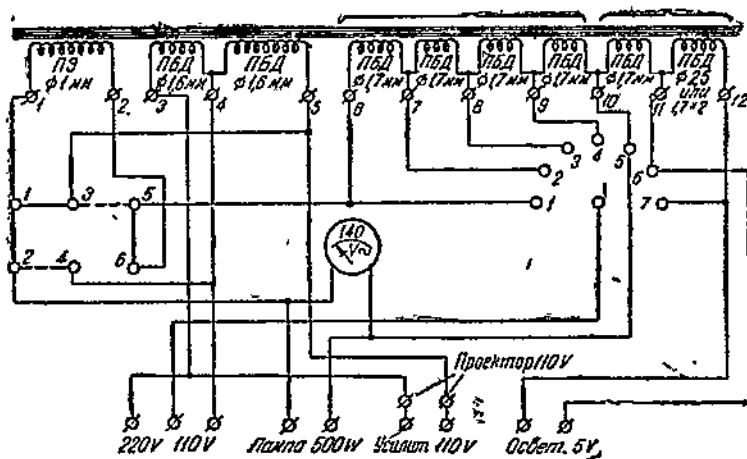


Рис. 114. Общий вид КАТ-3

нужного напряжения (110 V для нормальной работы потребителей, например, проекционная лампа или мотор проектора).

Включение потребителей в автотрансформатор КАТ-3 производится следующим образом:



Конструктивно КАТ-7 оформлен в виде металлического ящика, у которого верхняя крышка при работе может быть снята. В левом верхнем углу размещен вольтметр типа ЭМ (электромагнитной системы) на 140 В. Правее — рукоятка регулятора напряжения, с помощью которой и осуществляется подбор рабочего напря-

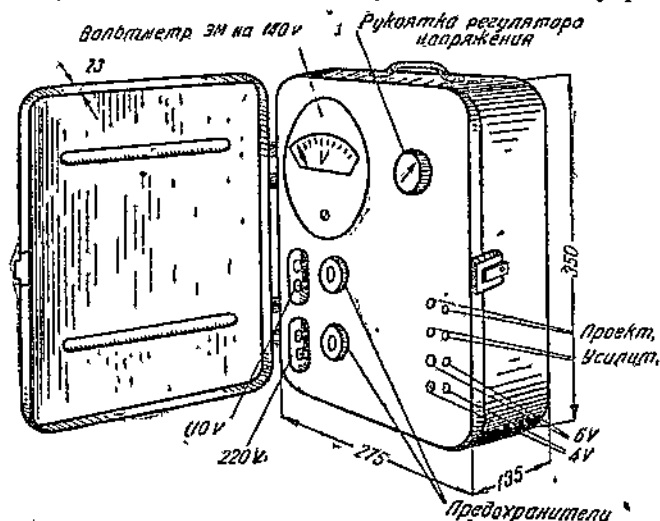


Рис. 116. Общий вид КАТ-7

жения. К достоинствам КАТ-7 необходимо отнести: удобство пользования в условиях эксплуатации, заключающееся в том, что при регулировке напряжения переход ползунка с кнопки на кнопку происходит без разрывов цепи, что имеет место в других автотрансформаторах и обычно вызывает сильные щелчки в громкоговорителе.

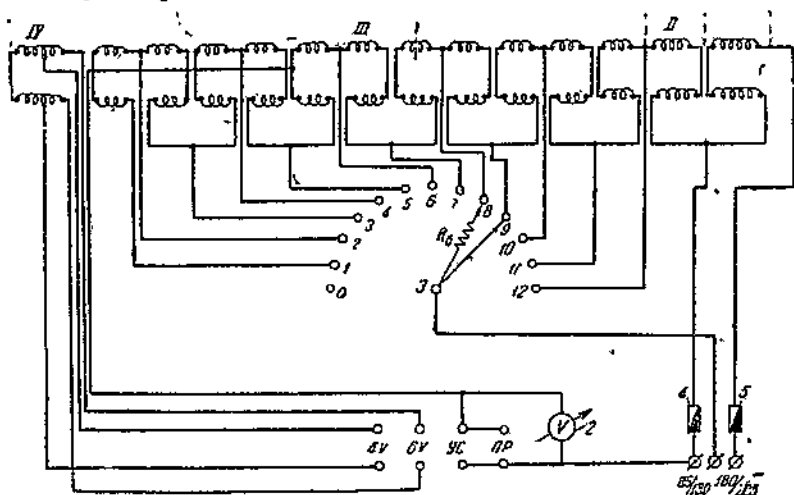


Рис. 117. Схема КАТ-7

Осуществлено это благодаря применению разрезного ползунка (см. схему рис. 117), в одну из ветвей которого включено балластное сопротивление R_b . При переходе ползунка с кнопки на кнопку переключаемая секция автотрансформатора нагружается на балластное сопротивление R_b , величина которого ($0,4 \Omega$) выбрана такой, чтобы избежать чрезмерной нагрузки секции (ползунок замыкает две соседние кнопки, а следовательно, как это видно из схемы (рис. 117), секцию автотрансформатора).

Включение концов сети к автотрансформатору осуществляется с помощью специального шнура, на одном конце которого замонтирована штепсельная вилка, вклю-

чающаяся в штепсельную розетку электросети; другой конец шнура снабжён специальной колодкой, в которой утоплены гнезда. На панели автотрансформатора КАТ-7 (под вольтметром) размещены две утопленные вилки, в которые и включается указанная колодка. Это сделано для того, чтобы избежать короткого замыкания при

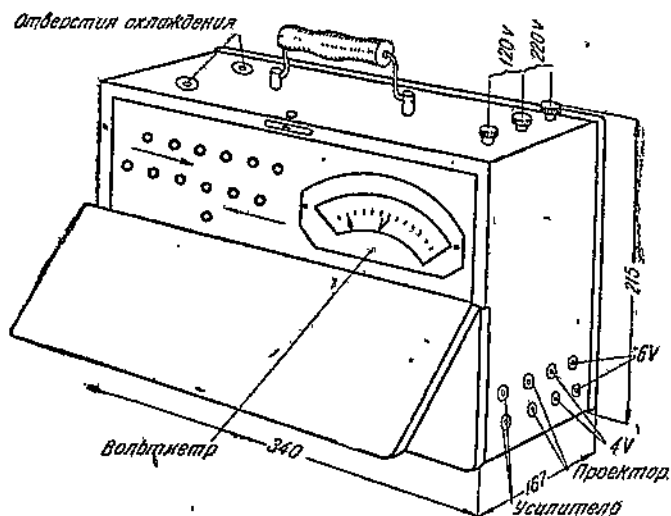


Рис. 118. Общий вид КАТ-7а

неосторожном прикосновении штырьками вилки к какому-либо металлическому предмету (например, металлической панели).

Гнезда, в которые включаются вилки шнуров потребителей, размещены в правом нижнем углу панели КАТ-7 и изолированы от металлической панели,

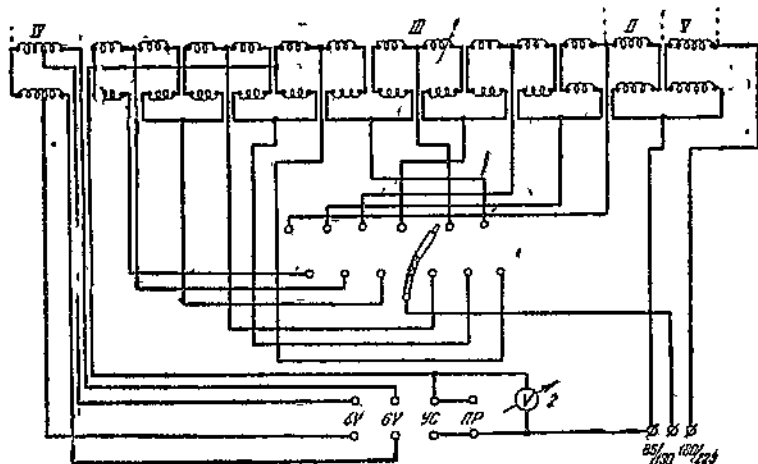


Рис. 119. Схема КАТ-7а

Включение потребителей следующее:

в гнезда «ПР» включают вилку шнура проектора (проекционная лампа и мотор); в гнезда «УС» включают вилку шнура усилительного устройства;

в гнезда «6 V» или «4 V» — вилку шнура лампы просвечивания (при использовании КАТ-7 для широкоплёночной звуковой передвижки). При работе же КАТ-7 совместно с 16-ЗП эти гнезда остаются неиспользованными.

В дальнейших выпусках автотрансформатора КАТ-7 гнезда 6 V и 4 V заменяются одной парой гнезд с обозначением 5 V.

Спецификация КАТ-7

Наименование	Обозначение	Данные	Количество
Автотрансформатор	АТ-7	I—2×92 витка ПБД Ø 1,6; II—2×85 витка ПБД Ø 1,35; III—2×(10 секций по 4 витка + 1 секция 5 витков) ПБД Ø 1,81; IV—2×(10 секций по 2 витка + 1 секция 4 витка) ПБД Ø 2,44 Ж—Г 36×53 мм вперекрышку	1
Вольтметр	2	Электромагнитный 140 вольт ЭМ	1
Сопротивление балластное	R _б	0,4 ома, проволока никелин Ø 0,8	1
Предохранитель	4	на 15 А	1
Предохранитель	5	на 6 А	1

КОМПЛЕКТ АВТОТРАНСФОРМАТОРА КАТ-7а. Этот комплект является вариантом КАТ-7 и отличается от последнего тем, что оформлен в таком же деревянном ящике (рис. 118), как и КАТ-5. Кроме того в КАТ-7а применена регулировка напряжения с помощью проводника со штепсельными вилками.

К недостаткам КАТ-7а нужно отнести: разрыв цепи при переключениях.

❖ Принципиальная схема КАТ-7а и её данные ничем не отличаются от данных КАТ-7.

Режим КАТ-7

Подводимое напряжение	85/127 В или 180/220 В
Потребляемая мощность из сети при полной нагрузке около	1000 W
Напряжение на гнездах ПР (проектор)	110 В
Мощность, потребляемая цепью ПР	860 W
Напряжение на гнездах УС (усилитель)	110 В
Мощность, потребляемая цепью УС	143 W
Напряжение на гнездах 6 В	6 В
Ток в цепи гнезд 6В	5 А
Напряжение на гнездах 4В	4 В
Ток в цепи гнезд 4В	10 А

ГЛАВА III

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

ПОТРЕБИТЕЛИ ЭНЕРГИИ

Потребителями электрической энергии в воспроизводящей аппаратуре звукового кино в основном нужно считать: 1) электронные лампы усилителей; 2) обмотки возбуждения громкоговорителей; 3) лампы просвечивания; 4) электромоторы проекторов; 5) вольтовые дуги.

Способы питания вольтовых дуг и электромоторов проекторов рассматриваются в книгах по электротехнике, куда интересующимся и надлежит обращаться.

Что же касается остальных потребителей, то: 1) обмотки возбуждения громкоговорителей питаются всегда постоянным или выпрямленным током; 2) лампы просвечивания в большинстве случаев питаются или постоянным током или выпрямленным током, в кинопередвижках от переменного тока или током высокой частоты; 3) электронные лампы: а) цепи анодов питаются главным образом от кенотронных выпрямителей; б) цепи сеток — за счет падения напряжения на сопротивлении, включенном в анодную цепь; в) цепи катодов — непосредственно от сети переменного тока через понижающий трансформатор, от источников постоянного тока, током высокой частоты.

В первый период развития звукового кино для питания усилителей и ламп просвечивания широко применялись аккумуляторы. Но их эксплуатационные неудобства (систематическая подзарядка, наличие специальных помещений, сульфатирование и т. п.) привели к полному отказу от их применения. Гальванические элементы, нашедшие некоторое применение в звуковом кино для целей питания микрофонов и в качестве батарей смещения также постепенно сошли со сцены.

Вся современная усиленная аппаратура для звуковоспроизводящих установок звукового кино работает целиком от сети переменного 50-периодного тока напряжением 110 или 220 В.

В тех же местах, где в сети имеется постоянный ток напряжением в 110 или 220 В, применяется преобразователь, преобразующий постоянный ток сети в ток переменный, необходимый для нормальной работы усилительного устройства.

ВЫПРЯМИТЕЛИ

ПРИНЦИП ВЫПРЯМЛЕНИЯ И СХЕМЫ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ

В технике известно много схем, в которых применены так называемые вентили, т. е. приборы, обладающие свойством проводить ток только в одном или преимущественно в одном направлении.

Вначале разберём принцип работы вентилей в схемах вообще, а затем перейдём к конкретным данным того или иного вентилей.

Если составить схему, изображённую на рис. 120, где к первичной обмотке трансформатора TP подведено переменное напряжение, то на вторичной обмотке мы будем иметь также переменное напряжение, которое изображено кривой A рис. 121. Во время положительного полупериода (часть кривой, обозначенная знаком $+$), т. е. того момента, когда на вторичной обмотке трансформатора TP на его конце a будет $+$, относительно конца b , вентиль B пропускает ток, который идёт в направлении, указанном стрелкой, через сопротивление полезной нагрузки R_a . В тот же момент, когда будет отрицательный полупериод (часть кривой рис. 121, A , обозначенная знаком $-$), т. е. на конце a трансформатора TP будет $-$, относительно конца b , вентиль B закрыт и тока в цепи не пропускает. В результате через сопротивление полезной нагрузки R_a проходит так называемый пульсирующий ток (рис. 121, B).

Описанная схема носит название **однополупериодной**. Указанная схема в усилительных устройствах звукового кино применения не нашла по причине значительных помех, создаваемых ею при работе устройств (гудение низкого тона, прослушиваемое в громкоговорятелях).

В целях устранения указанного недостатка в усилительных устройствах нашла широкое применение так называемая **двухполупериодная** схема (рис. 122), работа которой заключается в следующем.

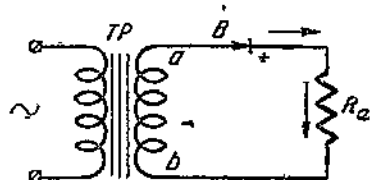


Рис. 120. Принципиальная схема однополупериодного выпрямления

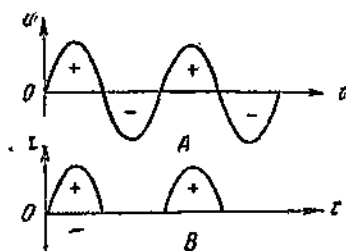


Рис. 121. Диаграммы напряжения (кривая А) и тока (кривая В) в цепях схемы однополупериодного выпрямления

Подведенное от сети переменное напряжение к первичной обмотке трансформатора ТР индуцирует во вторичной обмотке переменную э. д. с. В тот момент, когда конец а имеет + относительно конца б, работает только вентиль B_1 и импульс тока проходит через сопротивление R_a в направлении жирной стрелки (рис. 122). Разобранный момент изображен заштрихованной кривой (рис. 123, В). В этот момент вентиль B_2 не работает, т. е. через него не проходит ток. В другой полупериод конец а имеет отрицательный потенциал относительно конца б, в этом случае работает вентиль B_2 , через который проходит импульс тока, обозначенный на рис. 122 пунктирной стрелкой. Разобранный момент изображен незаштрихованной кривой (рис. 123, В).

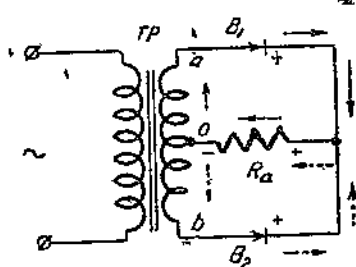


Рис. 122. Принципиальная схема двухполупериодного выпрямления

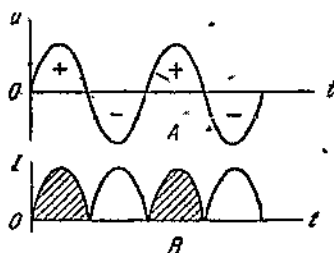


Рис. 123. Диаграммы напряжения (кривая А) и тока (кривая В) в цепях схемы двухполупериодного выпрямления

Таким образом через сопротивление R_a ток проходит в течение обоих полупериодов так, что его значительно легче сгладить, чем в случае схемы однополупериодного выпрямления.

В технике применяются ещё так называемые **многофазные** выпрямительные схемы, которые в звуковоспроизводящей аппаратуре звукового кино не применяются из-за сложности схем регулировки питающего напряжения и необходимости иметь несколько вентилях. Преимущество этих схем — меньшая величина пульсации — в связи с появлением электролитических конденсаторов не имеет значения, поэтому надобность в схемах многофазного выпрямления отпадает.

Роль вентиля могут выполнять: кенотроны, газотроны, ртутные колбы, купроксы, тиратроны, игнайтроны и т. п.

Мы остановимся лишь на кенотроне и газотроне, как наиболее распространенных вентилях в схемах выпрямителей усилительной аппаратуры звукового кино.

В схеме однополупериодного выпрямителя, изображённой на рис. 124, роль вентилля выполняет кенотрон L . Известно, что кенотрон обладает свойством пропускать ток только в одном направлении (от анода к катоду), указанным на рис. 124 стрелками, т. е. в том случае, когда на аноде будет положительный потенциал (по отношению к катоду).

На качество воспроизведения оказывают большое влияние помехи. Одним из видов помех является фон переменного тока, прослушиваемый в громкоговорящих. Перечисленные помехи могут быть устранены полностью или частично с помощью так называемых сглаживающих фильтров. В состав фильтров в большинстве случаев входят ёмкость и дроссель или ёмкость и сопротивление (в некоторых случаях то и другое вместе).

Прежде всего разберём работу кенотронного выпрямителя на ёмкостную нагрузку. Для этого воспользуемся рис. 124, где конденсатор C включён параллельно сопротивлению полезной нагрузки R_a . Включение конденсатора значительно изменяет режим работы кенотрона L . В течение положительного полупериода (когда на аноде кенотрона $+$) импульс тока, проходя через кенотрон, заряжает конденсатор C почти до максимальной разности потенциалов, которую развивает повышающая обмотка трансформатора Tr . В течение отрицательного полупериода (при однополупериодной схеме выпрямителя) импульс тока через кенотрон не пойдёт и заряженный конденсатор C начинает разряжаться через сопротивление полезной нагрузки R_a (конденсатор разряжаться на цепь «кенотрон — обмотка трансформатора» не может, так как кенотрон в направлении от катода к аноду тока не пропускает). Разряд конденсатора C будет тем медленней, чем больше ёмкость конденсатора и чем больше величина сопротивления R_a . И если бы после первого положительного полупериода

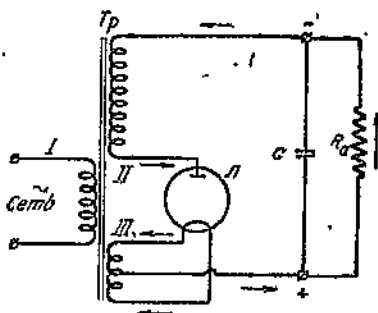


Рис. 124. Схема однополупериодного кенотронного выпрямителя

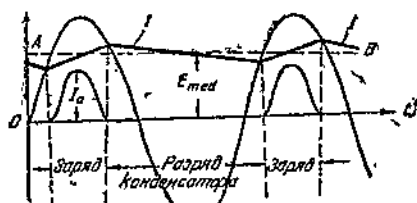


Рис. 125. Кривые токов и напряжений в цепях схемы рис. 124

не последовало нового импульса тока, который пополняет запас энергии конденсатора (т. е. его подзаряжает), то конденсатор бы полностью разрядился через сопротивление R_a . Практически за время отрицательного полупериода конденсатор C успевает частично разрядиться. В результате напряжение на конденсаторе будет изменяться по кривой Γ рис. 125. Взяв большую величину ёмкости, можно получить мало волнистую кривую: конденсатор «сгладил» выпрямленный ток выпрямителя.

Сказанное поясняется рис. 125, где напряжение изменяется (пульсирует) около некоторой прямой $A - B$ (кривая Γ), которая представляет собой постоянное напряжение, полученное в результате сглаживания с помощью конденсатора. Здесь E_{med} — напряжение на конденсаторе C .

При больших значениях R_a и C постоянное напряжение близко к амплитуде переменного напряжения, поэтому измерительный прибор, имеющий магнитоэлектрическую систему, включённый параллельно сопротивлению R_a , будет показывать напряжение больше, чем в том случае, когда конденсатор C отсутствует.

Поэтому конденсатор C , который всё время сохраняет свой заряд (пока действует выпрямитель), мы можем рассматривать как источник постоянного тока.

Если внимательно проследить цепь схемы рис. 124, можно заметить, что этот источник постоянного тока (заряженный конденсатор) по отношению к кенотрону L и повышающей обмотке трансформатора Tr включён последовательно: при этом на анод кенотрона L от конденсатора C будет подводиться отрицательное напряжение

(верхняя обкладка конденсатора C , имеющая знак $-$; соединена через повышающую обмотку с анодом кенотрона). В результате при положительном полупериоде на аноде кенотрона будет лишь часть напряжения, равная

$$U_a = E_m - E_{med}, \quad (28)$$

где U_a — напряжение на аноде кенотрона при положительном полупериоде (в схеме включён конденсатор фильтра C); E_m — максимальное напряжение положительного полупериода; E_{med} — напряжение на конденсаторе.

Из кривых рис. 126 мы видим, что постоянное отрицательное напряжение E_{med} , создаваемое на аноде кенотрона заряженным конденсатором, отложено от оси $0-I_a$ влево (в направлении $-U_a$). В результате переменное напряжение, развиваемое повышающей обмоткой трансформатора, колеблется не около 0 значения, а около $0'$, т. е. того отрицательного напряжения, которое задаётся на анод от конденсатора.

На основании выражения (28) на аноде кенотрона будут действовать лишь пики положительного полупериода, т. е. напряжение U_a .

Режим работы кенотрона, при котором уменьшается длительность импульса анодного тока, называется режимом с отсечкой анодного тока.

Та часть полного периода T переменного тока, в продолжение которой ток проходит через кенотрон, измеряется углом 2Θ , а половина его — углом Θ . Этот угол Θ называется углом отсечки. Подводя итог вышеизложенного, можно сказать, что конденсатор фильтра, заряженный до определённого напряжения, мы можем рассматривать как источник постоянного тока, от которого питается полезная нагрузка. Расходуемая при разряде конденсатора энергия пополняется выпрямителем. Чем больше ёмкость конденсатора, тем меньше на полезной нагрузке оказываются импульсы тока выпрямителя, подзаряжающего конденсатор.

К. п. д. выпрямителя тем больше, чем меньше Θ . Объясняется это тем, что по причине уменьшения времени прохождения импульса тока через кенотрон потери в кенотроне становятся меньше.

Коэффициент полезного действия кенотрона определяется из выражения

$$\eta = \frac{P_0}{P}, \quad (29)$$

где η — электрический коэффициент полезного действия; P_0 — полезная мощность выпрямленного тока; P — затраченная мощность, т. е. мощность, отдаваемая повышающей обмоткой трансформатора.

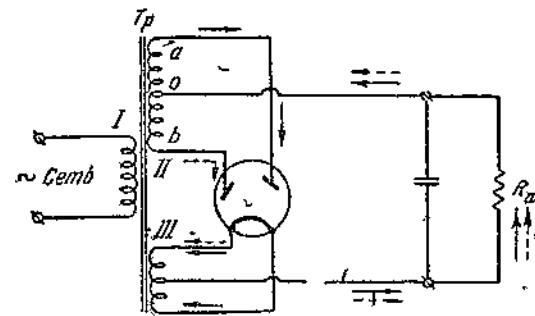


Рис. 127. Схема двухполупериодного кенотронного выпрямителя

где P_f — мощность, потребляемая цепями накала, а остальные значения даны в выражении (29); коэффициент (η_n) $< (\eta)$. Двухполупериодная схема, изображённая на рис. 127, к которой могут быть

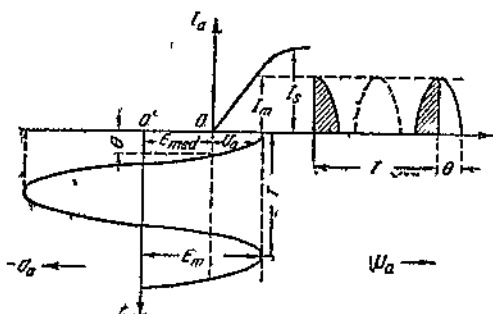


Рис. 126. Зависимость анодного тока от времени при однополупериодном выпрямлении с конденсатором в качестве фильтра

Электрический коэффициент полезного действия зависит от величины выпрямленного напряжения и практически составляет около 85 — 90%.

В кенотронных выпрямителях силовой трансформатор питает не только анодные цепи, но и цепи накала, поэтому определяют ещё промышленный коэффициент полезного действия η_n из выражения

$$\eta_n = \frac{P_0}{P + P_f}, \quad (30)$$

приложены все вышеприведенные рассуждения, касающиеся однополупериодной схемы, позволяет получить меньшую пульсацию напряжения, чем при однополупериодной схеме при неизменных значениях C и R_a . Следовательно, двухполупериодная схема даёт возможность уменьшить значение ёмкости C . Уменьшение пульсаций при двухполупериодной схеме вызвано уменьшением времени разряда конденсатора. Сказанное поясняется рис. 128. Из кривых видно, что импульс тока в несколько раз превышает значение постоянной составляющей тока.

Величина импульса тока определяется в основном соотношением внутреннего сопротивления кенотрона и сопротивлением нагрузки R_a ; чем внутреннее сопротивление кенотрона меньше, тем больше импульс тока. Учитывая это обстоятельство

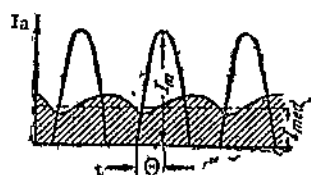
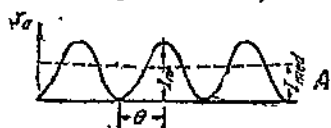


Рис. 128. Зависимость анодного тока от времени

А — без фильтра; Б — с фильтром (конденсатор)

в случае применения в схеме выпрямителя газотрона, у которого, как показано выше, падение напряжения после возникновения ионизации не зависит от величины тока, проходящего через газотрон, необходимо ограничить величину импульса тока.

Схема газотронного выпрямителя имеет обычно вид рис. 129. Из этого рисунка мы видим, что фильтр выпрямителя начинается с дросселя. Такое включение ограничивает величину максимального импульса тока, так что характер изменения тока и напряжения может быть представлен кривыми рис. 130. Из этого рисунка видно, что для схемы газотронного выпрямителя I_{max} близко по своему значению к постоянной составляющей тока (I_{mid}) и, следовательно, газотрон работает в хороших условиях. Иногда схема выпрямителя, в которой фильтр начинается с дросселя, применяется и для кенотронных выпрямителей, однако следует иметь в виду, что выпрямленное напряжение при

этой схеме значительно ниже, чем для схемы, начинающейся с ёмкости.

В схемах, принятых в звуковом кино, одной ёмкостью или одним дросселем не ограничиваются. Обычно пользуются многозвенными фильтрами, о которых сказано ниже.

Говоря о ёмкости, нельзя не сказать несколько слов о дросселе, применяемом в фильтрах выпрямителей.

Здесь укажем лишь на те основные требования, которые предъявляются к дросселям фильтров.

1. Переменная слагающая должна встречать в индуктивности дросселя возможно большее сопротивление, следовательно, дроссель должен обладать значительной индуктивностью.

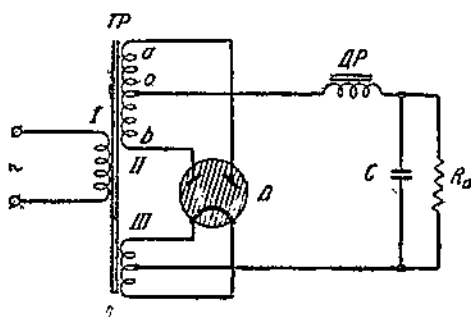


Рис. 129. Схема двухполупериодного газотронного выпрямителя

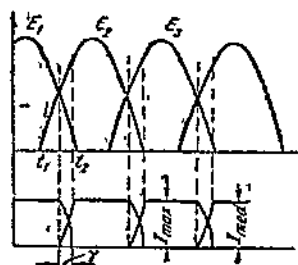


Рис. 130. Кривые токов и напряжений в цепях схемы рис. 129

2. Дроссель должен иметь такую величину омического сопротивления, чтобы на нём не было большого падения напряжения постоянной слагающей.

3. Дроссель тем лучше, чем больше разница между сопротивлениями, которые оказывает обмотка дросселя для переменной и постоянной слагающих анодного тока.

4. Изоляция между витками дросселя должна быть весьма надёжной, так как в моменты перенапряжений дроссель из-за плохой изоляции может быть пробит.

Следует указать, что сглаживающее действие дросселя в цепи выпрямленного тока заключается в том, что дроссель запасает и отдаёт во внешнюю цепь магнитную энергию.

СХЕМЫ ФИЛЬТРОВ. Схема фильтра, изображённая на рис. 131, нашла применение лишь при питании обмоток возбуждения громкоговорителей. Примером может служить вторая часть выпрямителя ВЗК-9 (см. схемы рис. 199, 203), в которой

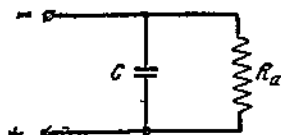


Рис. 131. Схема конденсаторного фильтра

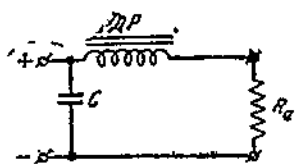


Рис. 132. Схема Г-образного фильтра, начинающегося с конденсатора

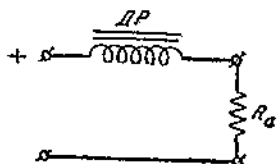


Рис. 133. Схема дроссельного фильтра

конденсатор C_{10} должен быть порядка $10 \mu F$ 600 V. В данном случае сопротивлением полезной нагрузки R_a будут служить обмотки возбуждения громкоговорителей ГЭДЦ-3.

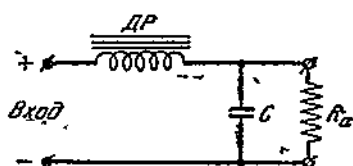


Рис. 134. Г-образный фильтр, начинающийся с дросселя

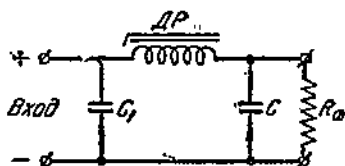


Рис. 135. П-образный фильтр

Схема рис. 132 Г-образного фильтра, начинающегося с ёмкости, или иначе называемая схема однозвенного фильтра, а также схема рис. 133 применения в усилительной аппаратуре звукового кино не нашла.

Схема Г-образного фильтра, начинающегося с дросселя, изображённого на рис. 134, нашла широкое применение в газотронных выпрямителях. Все схемы фильтров газотронных выпрямителей, как правило, начинаются с дросселя.

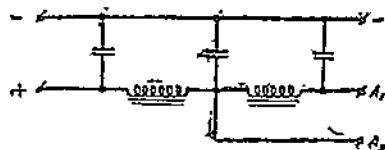


Рис. 136. Двухзвенная схема фильтра, применяемая в ВЗК-9

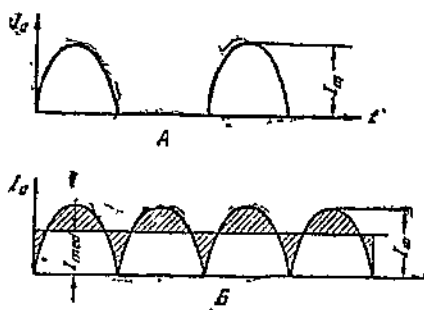


Рис. 137. Зависимость анодного тока от времени (без фильтра)

А — для однополупериодной схемы;
Б — для двухполупериодной схемы

Примером может служить выпрямительная часть УСУ-3, собранная по двухполупериодной схеме на тунгаре типа ВГ-176 (газотрон). Из схемы рис. 219 мы видим, что фильтр этого выпрямителя начинается с дросселя 1, установленного на шитке ШЗК-3.

Схема П-образного фильтра, изображённая на рис. 135, нашла широкое применение в кенотронных выпрямителях. Например, первая ячейка фильтра (или первое

вено фильтра) кенотронного выпрямителя ВЗК-9 (схема рис. 195, стр. 138, состоящая из конденсаторов C_{15} и C_{16}) и дросселя ДР-4, включена в цепь анодного питания оконечного каскада усилителя УЗК-9.

Наконец, широкое применение имеют двухзвенные схемы фильтров (рис. 136). В том же выпрямителе ВЗК-9 элементами двухзвенного фильтра являются конденсаторы C_{15} , C_{16} и C_{17} и дроссели ДР-4 и ДР-10.

Внешняя характеристика выпрямителя даёт возможность судить о том, как изменяется напряжение на клеммах полезной нагрузки R_n в зависимости от тока нагрузки.

Наклон характеристики показывает, что увеличение тока нагрузки связано с одновременным уменьшением напряжения на ней, что объясняется увеличением падения напряжения на кенотроне при одном и том же напряжении повышающей обмотки трансформатора.

Внешние характеристики обычно заводами-изготовителями не даются.

МОТОР-ГЕНЕРАТОРЫ

В комплект усилительной аппаратуры типа ЗК-1, УСУ-9 и УСУ-20 входит мотор-генератор типа МГ, назначение которого — питать постоянным током накал электронной лампы фотокаскада и лампы просвечивания.

Мотор-генератор МГ состоит из асинхронного мотора трёхфазного тока и связанной с ним (при посредстве эластичной муфты) динамомашинны постоянного тока. Мотор и динамомашина расположены на общей раме, сделанной из уголкового железа.

Мотор-генераторы изготавливались заводом Ленкинап двух типов — МГ-1 и МГ-4.

МОТОР-ГЕНЕРАТОР ТИПА МГ-4

В комплект мотор-генератора типа МГ-4 входят (схема МГ-4 приведена на рис. 197, стр. 140): мотор типа АМ-2 асинхронный, трёхфазного тока с короткозамкнутым ротором; напряжение — 120/210 В; ток, потребляемый из сети, — 2,6/1,4 А; потребляемая мощность — 0,3 кВт; число оборотов — 2850 в минуту.

Динамомашина типа Д-6, применяемая в мотор-генераторе МГ-4, аналогична динамомашине мотор-генератора МГ-1 за исключением выводов на панели, которые приведены на рис. 139. Вес МГ-1 или МГ-4 — 25,5 кг.

К недостаткам МГ нужно отнести: быстрое загрязнение коллектора динамо и постепенное его выгорание; быстрое срабатывание щёток.

Бороться с загрязнением коллектора угольными щётками можно следующим образом: выключив мотор МГ, прикасаемся к коллектору динамо специальной шаблонкой (рис. 140), обернутой мелкой стеклянной шкуркой (наждачная шкурка не

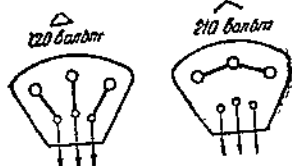


Рис. 138. Соединение клемм мотора АМ-2 для включения в сеть 120 В и 210 В

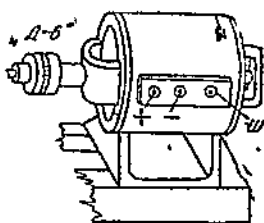


Рис. 139. Расположение выводов на панели динамомашины Д-6 (мотор-генератор МГ-4)

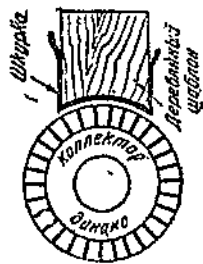


Рис. 140. Приспособление для чистки коллектора динамо МГ

применима, так как пыль наждачной шкурки, попадая между коллекторными пластинами, замыкает их накоротко, а следовательно, машина может выйти из строя); взявшись за соединительную муфту, вращаем рукой якорь то в одну, то в другую сторону, постепенно удаляя слой угля с коллектора; эту операцию проделываем до тех пор, пока поверхность коллектора не будет блестящей.

Перед пуском МГ вынимаем из щёткодержателей угольные щётки и смотрим, хороша ли их поверхность, соприкасающаяся с коллектором. Если на ней есть изъяны вроде царапин, то, вставив щётку обратно в щёткодержатель и обернув коллектор мелкой стеклянной шкуркой (шершавой поверхностью наружу), поворачиваем якорь за соединительную муфту то в одну, то в другую сторону, нажимая в то же время на щётку; в результате щётка «притрётся» по коллектору.

После этого освобождаем от шкурки, коллектор динамомашинны и она готова к работе. Если коллектор динамо принял от времени шероховатую поверхность, то в этом случае динамошину придется разобрать, осторожно вынуть якорь и отдать его в мастерскую для проточки коллектора на токарном станке (при проточке коллектора на станке нужно следить за тем, чтобы стружка была снята незначительная, лишь бы добиться гладкой поверхности коллектора). Закончив проточку, нужно тщательно проследить за всеми ламелями коллектора, нет ли замыкания соседних ламелей стружкой меди. Если такое замыкание обнаружено, нужно осторожно острым предметом удалить эту стружку, иначе динамо при работе может сгореть (секция обмотки якоря окажется короткозамкнутой).

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Как уже указывалось, усилительная аппаратура, выпускаемая в Союзе, рассчитана на работу только от сети переменного тока. Но на периферии встречаются также электросети постоянного тока. В этом случае работа усилительного устройства (а в некоторых случаях и мотора проектора) возможна лишь при условии применения специального преобразователя, преобразующего постоянный ток сети в ток переменный.

В настоящий момент получили наибольшее распространение следующие типы преобразователей, изготовленные одесским заводом Кинап:

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТИПА ПСС-1

На рис. 141 дана схема этого преобразователя. Из этого рисунка можно усмотреть, что преобразователь имеет компаундную схему, обеспечивающую постоянство числа оборотов якоря, а, следовательно, и переменного напряжения на выходе преобразователя.

Обмотка возбуждения (серийная обмотка) преобразователя 3 включена последовательно с якорем 5 и реостатом 2, на котором гасится излишек напряжения, так как преобразователь рассчитан на подводимое напряжение в 100 В постоянного тока. Вторая обмотка возбуждения 4 или, как её иначе называют, шунтовая обмотка имеет большое сопротивление и включена параллельно зажимам сети через реостат 2. Обе обмотки возбуждения разбиты на отдельные катушки, между которыми расположен якорь. Якорь преобразователя, с одной стороны, имеет коллектор, а с другой — кольца. К коллектору подводится постоянный ток от сети, а с колец снимают переменный ток.

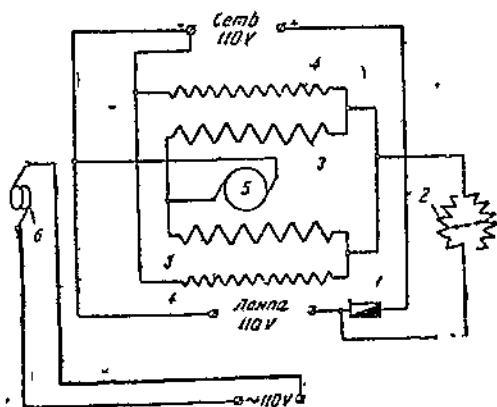


Рис. 141. Схема преобразователя типа ПСС-1

Данные преобразователя ПСС-1 следующие:

I. Со стороны постоянного тока: 1) Подводимое напряжение 100 — 120 В. 2) Потребляемый ток из сети при полной нагрузке преобразователя со стороны переменного тока — 3 А. 3) Мощность — 360 Вт.

II. Со стороны переменного тока: 1) Напряжение 110 В. 2) Частота — 50 пер/сек. 3) Мощность — 150 ВА.

III. Общие данные: 1) Число оборотов якоря в минуту — 3000. 2) Вес — около 10 кг.

Внешнее оформление ПСС-1 аналогично оформлению преобразователя ПСТ-1 (рис. 142). Как реостат 2, так и предохранитель 7 размещены на корпусе самого преобразователя. При эксплуатации преобразователя ПСС-1 большое внимание должно быть уделено коллектору, искрение которого может вызвать появление помех, прослушиваемых в громкоговорителе. Борьбаться с искрением коллектора нужно теми же способами, которые описаны на стр. 94 для МГ. При эксплуатации корпус преобразователя должен быть надёжно заземлён.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТИПА ПСТ-1

На рис. 142 дан общий вид преобразователя ПСТ-1 (вид спереди). К корпусу 1 прикреплён кожух реостата 2 с выходящей наружу рукояткой реостата 3. Кожух реостата 2 имеет ряд отверстий, обеспечивающих приток воздуха к реостату, вызы-

вающего его охлаждение. В основании преобразователя спереди вмонтирована колодка «ввод 110 В» с двумя утопленными штырьками, в которые вставляется колодка — гнезда со шнуром от сети постоянного тока. Для того, чтобы обеспечить полярность включения колодки, последняя имеет специальный ключ. На обратной стороне основания преобразователя (рис. 143) замонтирована панель с четырьмя

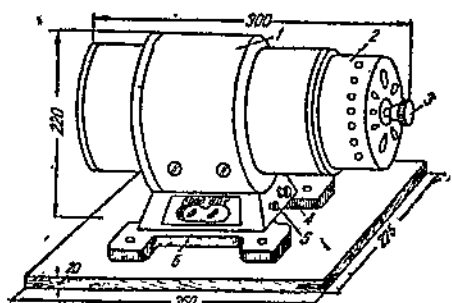


Рис. 142. Общий вид преобразователя типа ПСТ-1 (вид спереди)

1 — корпус; 2 — кожух реостата; 3 — рукоятка реостата; 4 — предохранитель на 6 А; 5 — клемма «земля»; 6 — колодка «ввод 110 В»

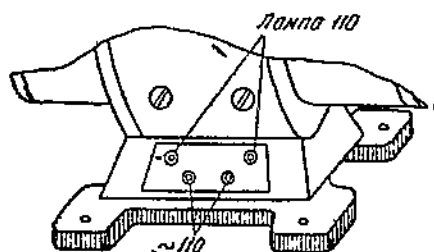


Рис. 143. Преобразователь ПСТ-1 (вид сзади)

гнездами. Два из них с надписью «лампа 110» служат для включения лампы 110 В 500 W, назначение которой описано ниже. В два других гнезда с надписью «~110» включается вилка питания усилительного устройства. Сбоку основания преобразователя (рис. 142) размещены: предохранитель «Миньон» 4 на 6 А и клемма 5 «земля». Преобразователь привёрнут к доске, имеющей габариты 360 × 225. Общие габариты самого преобразователя: 1) наибольшая длина — 300 мм; 2) высота от основания — 220 мм.

Данные преобразователя ПСТ-1 следующие:

- I. Со стороны постоянного тока: 1) Подводимое напряжение — 100 — 120 В. 2) Потребляемый из сети ток — 5,5 А.
- II. Со стороны переменного тока: 1) Напряжение — 110 В. 2) Ток — 2,7 А. 3) Мощность на выходе — 300 ВА. 4) Частота — 50 пер/сек.
- III. Общие данные: 1) Число оборотов якоря в минуту — 3000.

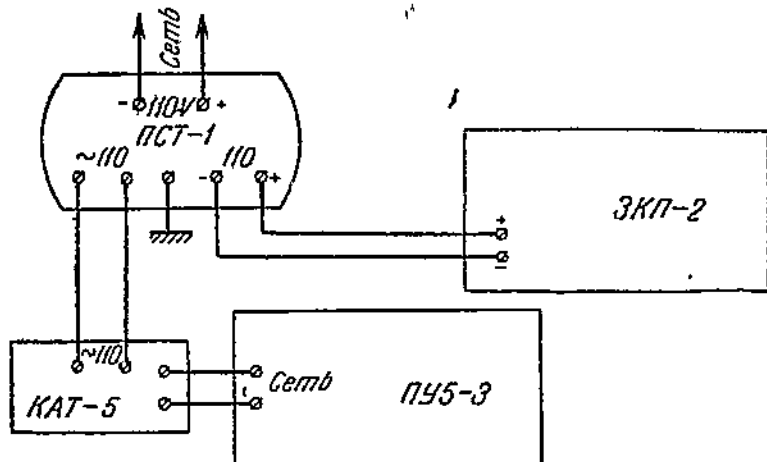


Рис. 144. Скелетная схема включения преобразователя ПСТ-1 на проектор ЗКП-2 и усилитель ПУ5-3

Особенности эксплуатации и включение преобразователя ПСТ-1. Перед включением преобразователя в электросеть убеждаются в том, какой в сети ток (постоянный или переменный), а также какое в электросети напряжение. Необходимо помнить, что преобразователь типа ПСТ-1 рассчитан только

на напряжение в 110 В постоянного тока. В случае, если в сети окажется напряжение 220 В описанный тип преобразователя не годится. В этом случае нужно пользоваться преобразователем типа ПДТ-1, описание которого приведено ниже. На рис. 144 дана скелетная схема включения преобразователя ПСТ-1 на проектор ЗКП-2 и усилитель ПУ5-3, который включается через автотрансформатор (например, через КАТ-5). Из этой схемы можно видеть, что переменный ток преобразователя идёт только на питание усилительного устройства. Что же касается проектора ЗКП-2, то его проекционная лампа (110 В 500 Вт) и электромотор (110 В 40 Вт) питаются непосредственно от сети постоянного тока. Включение производится не непосредственно в сеть, а через преобразователь. Из схемы рис. 141 для преобразователя типа ПСС-1 видно, что лампа 110 В включается в сеть через предохранитель 7. Такое включение позволяет сократить количество концов, что весьма удобно при эксплуатации с точки зрения быстроты развёртывания передвижки и наличия всего одной штепсельной розетки сети постоянного тока.

На рис. 145 приведена скелетная схема включения преобразователя ПСТ-1 на проектор ЗКП-2 и усилитель УК-25.

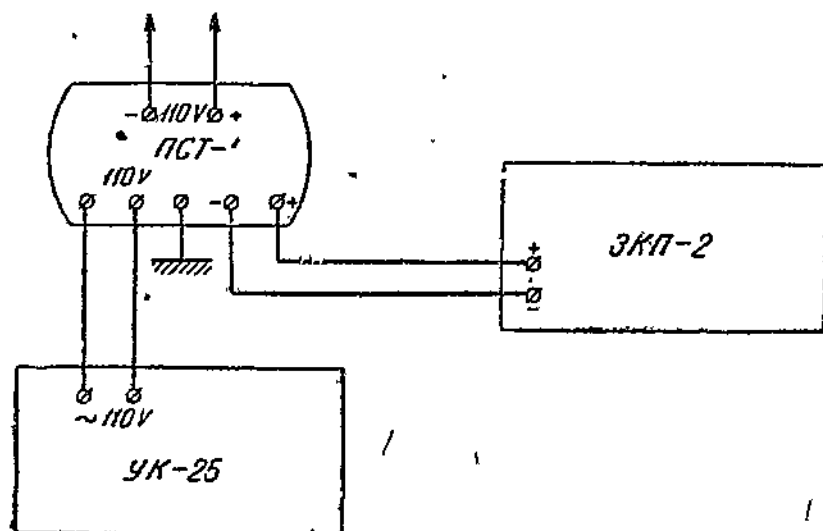


Рис. 145. Скелетная схема включения преобразователя ПСТ-1 на проектор ЗКП-2 и усилитель УК-25

При работе с преобразователем типа ПСТ-1 необходимо иметь в виду, что если напряжение электросети является недостаточно устойчивым к колебаниям нагрузки (порядка 500 — 600 Вт), то в случае выключения лампы проектора (при зарядке фильма) напряжение на зажимах переменного тока преобразователя может резко возрасти и это может быть причиной порчи усилительного устройства (форсированный режим). В целях избежания аварии необходимо в гнезда проектора ЗКП-2, имеющие надпись «зало», включить дежурную лампу 110 В 500 Вт, которая включается автоматически при выключении проекционной лампы. Таким способом можно избежать колебания напряжения сети при выключении проекционной лампы. Дежурная лампа кроме того в перерывах между частями служит для освещения зрительного зала.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТИПА ПДТ-1

Этот тип отличается от преобразователя ПСТ-1 лишь напряжением входа. На рис. 146, А и Б дан общий вид на расположение колодок, замонтированных в основании преобразователя ПДТ-1.

Данные преобразователя ПДТ-1 следующие:

1. Со стороны постоянного тока: 1) Подводимое напряжение — 190 — 230 В. 2) Потребляемый ток из сети — 3 А.

*) В проекторе ЗКП-2 применён универсальный коллекторный мотор, который может работать как от постоянного, так и от переменного тока.

- II. Со стороны переменного тока: 1) Напряжение — 110 В. 2) Ток — 3,5 А. 3) Мощность — 300 ВА. 4) Частота — 50 пер/сек.

III. Общие данные: Число оборотов в минуту — 3000.

Другие типы преобразователей автор не описывает, считая, что их описание должно

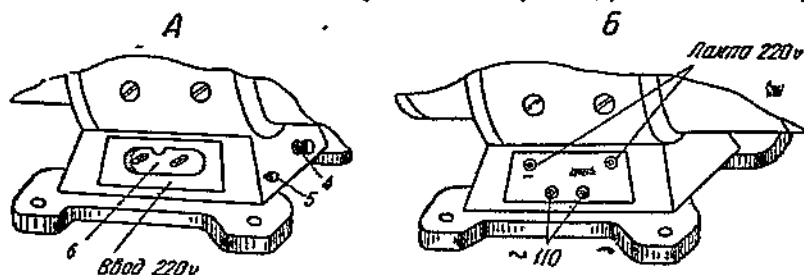


Рис. 146. Преобразователь типа ПДТ-1

А — вид спереди; Б — вид сзади

быть в специальной литературе по электросиловым устройствам. Описание же приведённых выше преобразователей сделано с целью дать некоторое понятие о способах выхода из положения при наличии в сети постоянного тока.

ГЕНЕРАТОРЫ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

В современных звуковых кинопередвижках до последнего времени применялись лампы просвечивания, непосредственно питаемые переменным током через понижающий трансформатор.

В конструкциях передвижной звуковой киноаппаратуры (например, звуковой узкоплёночник одесского завода Киноп, укомплектованный усилительным устройством ПУ-12 завода Ленкинап) питание лампы просвечивания

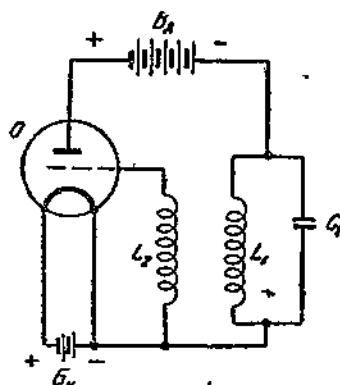


Рис. 147. Генератор с последовательным питанием

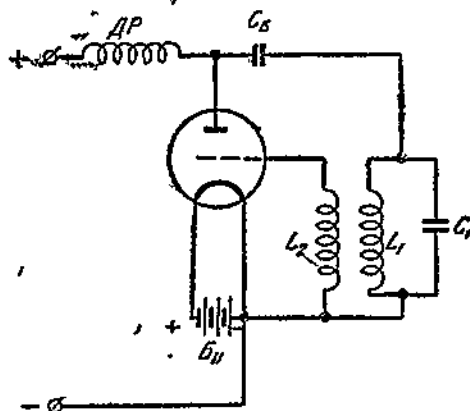


Рис. 148. Генератор с параллельным питанием

осуществляется токами высокой частоты (около 20 000 пер/сек). Такой способ питания лампы просвечивания позволяет при воспроизведении получить минимум фона.

Получение токов высокой частоты осуществляется с помощью так называемого лампового генератора. На рис. 147 приведена одна из возможных схем лампового генератора. Генератор состоит из: а) колебательного контура L_1C_1 ; б) источника электрического тока, B_n ; в) электронной лампы L ; г) катушки связи L_2 ; д) батареи B_n .

Принцип работы генератора заключается в следующем: в момент включения анодной батареи B_n (батарея B_n включена раньше) в анодной цепи электронной лампы L наблюдается импульс тока, который вызывает колебания в колебательном контуре L_1C_1 . Колебания, возникшие в контуре L_1C_1 , в свою очередь вызывают на концах катушки обратной связи L_2 появление переменного напряжения. Это переменное напряжение, подведённое к участку управляющей сетки — катоду электронной

лампы, вызывает в её анодной цепи ток, который при правильном включении концов катушки обратной связи L_2 будет поддерживать незатухающие колебания в колебательном контуре L_1C_1 ; частота колебаний зависит от величины самовозбудимой катушки L_1 и ёмкости конденсатора C_1 ^{*)}.

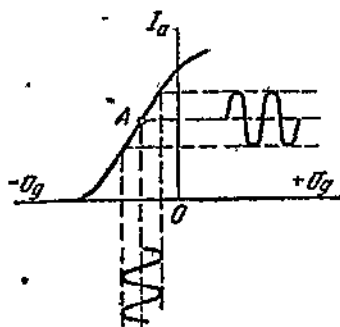


Рис. 149. Колебания 1-го рода

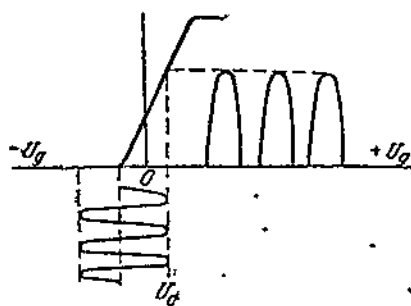


Рис. 150. Колебания 2-го рода

Разместив в непосредственной близости к катушке L_1 колебательного контура третью катушку — катушку связи, соединённую через реостат с лампой просвечивания, можно передать энергию из колебательного контура в цепь лампы просвечивания, вызывая её накал.

По способу питания лампы генераторы делятся на: 1) генераторы с последовательным питанием (рис. 147), и 2) генераторы с параллельным питанием (рис. 148).

В ламповых генераторах в зависимости от режима лампы могут быть получены два рода колебаний. Колебания 1-го рода (рис. 149), когда анодный ток изменяется по синусоидальной кривой (применяются в лабораторной и измерительной технике, а также в маломощных генераторах). Коэффициент полезного действия генератора, работающего в этом режиме, не превышает 50%. Колебания 2-го рода (рис. 150), когда анодный ток в лампе, существуют только в течение некоторой части периода.

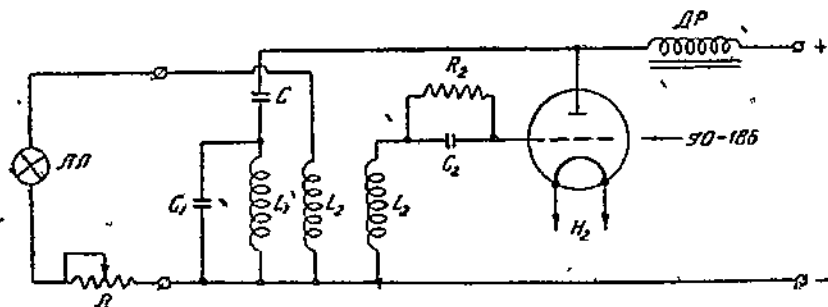


Рис. 151. Схема генератора высокой частоты усилительного устройства ПУ-9 (служит для питания лампы просвечивания звукового узкополосника 16-ЗП)

Из-за высокого коэффициента полезного действия колебания 2-го рода широко применяются в радиотехнике и в генераторах высокой частоты, применяемых для питания ламп просвечивания звуковых узкополосников.

ГЕНЕРАТОР ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

В звуковом узкополоснике 16-ЗП питание лампы просвечивания осуществлено от лампового генератора (рис. 151) усилительного устройства ПУ-9.

Генератор высокой частоты, входя в усилительные устройства типов ПУ-10, 2-ПУ-10 и ПУ-12, имеет устройство, аналогичное генератору усилительного устройства ПУ-9; поэтому нижеприводимое описание относится в равной степени ко всем устройствам, имеющим генераторы.

Из схемы (рис. 151) видно, что генератор осуществлён по схеме параллельного питания с самовозбудением.

^{*)} Одной из причин отсутствия возникновения колебаний в контуре может быть неправильное включение концов катушки обратной связи L_2 . Перемещая концы катушки обратной связи L_2 можно получить возникновение генерации в контуре.

Контур генератора состоит из катушки самоиндукции L_1 и ёмкости $C_1 = 250$ см; катушка L_2 служит катушкой «обратной связи»; катушка L_3 служит для связи цепи лампы подсвечивания (4 В; 0,75 А) с контуром; напряжение на лампе подсвечивания (Л. П.) может быть изменено с помощью реостата $R_1 = 10 \Omega$; 0,75 А; «Грид-линя» состоит из конденсатора $C_2 = 250$ см и сопротивления $R_2 = 52000 \Omega$, которые служат для подачи смещения на сетку генераторной лампы. Дроссель ДР служит для предотвращения пути переменной слагающей через источник анодного питания.

Конденсатор $C = 1300$ см служит для предохранения источника высокого напряжения от короткого замыкания через ДР и L_1 на землю.

Рис. 152. Схема обмоток катушки генератора

Режим генератора: 1) колебания 2-го рода; 2) анодное напряжение 270 В; 3) анодный ток—40 мА; 4) напряжение накала лампы УО-186—3,8 В; 5) напряжение лампы просвечивания от 0 до 4 В при токе в 0,75 А; 6) частота контура генератора около 20 000 Hz; 7) мощность генератора около 3 Вт.

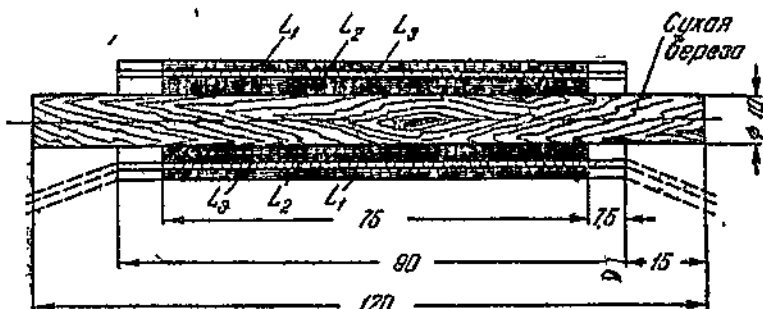


Рис. 153. Расположение обмоток в катушке генератора и ее габаритные данные,

Данные катушки генератора ПУ-9: а) L_1 —1170 витков, провод ПЭ $\varnothing 0,15$; б) L_2 —65 витков, провод ПЭ $\varnothing 1,0$; в) L_3 —4270 витков, провод ПЭ $\varnothing 0,15$.

Примечание. 1) Стержень оклеивается в два оборота папиросной бумагой 65×120 мм; 2) в обмотках L_1 и L_2 после каждого ряда намотки прокладывается папиросная бумага 62×75 мм; 3) между слоями обмотки прокладывается эксцельснор 60×90 мм; 4) сверху катушка генератора обертывается эксцельснором 70×90 мм; 5) выводные концы сделаны из провода ПРГН 0,75 мм², длиной по 150 мм.

Анодный дроссель генератора. На рис. 154 приведен чертёж анодного дросселя ДР. Его назначение — преградить путь переменной слагающей через источник анодного питания.

Каркас дросселя сделан из дерева, пропитанного парафином. Дроссель намотан проводом ПЭ $\varnothing 0,15$ и имеет 10 000 витков; через каждые 5 слоёв проложена папиросная бумага 42×95 мм; поверх обмотки дроссель обернут эксцельснором размером 42×110 . Выводные концы сделаны из провода АТСШК длиной $l = 80$ мм.

Монтаж схемы припаивается к лепесткам, закреплённым на каркасе дросселя. В дросселе железным сердечником служит железный болт крепления.

Усилительные устройства ПУ-12, собранные по схеме № 6 (рис. 250), имеют генератор, осуществлённый по схеме с самовозбуждением,

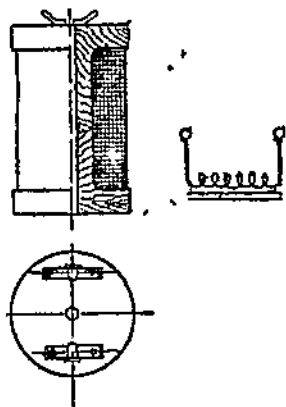


Рис. 154. Анодный дроссель генератора

ГЛАВА IV

УСИЛЕНИЕ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Не касаясь вопроса о назначении и роли усилительного устройства, что достаточно хорошо известно всем киномеханикам, остановимся кратко на основных свойствах усилителя.

ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Прежде всего установим основные определения, относящиеся к усилителям, как: усиление, частотная характеристика, коэффициент нелинейных искажений, уровень помех и т. д.

УСИЛЕНИЕ УСИЛИТЕЛЯ

Усиление усилителя определяется как отношение выходной мощности устройства к мощности, подводимой на его вход. Таким образом при заданной мощности на выходе усиление характеризует чувствительность устройства; чем усиление больше, тем больше чувствительность усилителя, т. е. тем меньше необходимо подводить напряжение к его входу для получения полной мощности устройства. Численно усиление выражается в единицах, называемых д е ц и б е л а м и, которые, как известно, определяются как десятикратный логарифм отношения двух мощностей. Иначе говоря, число децибел равно десятикратному логарифму отношения двух мощностей, что математически выражается формулой:

$$N = 10 \lg \frac{P_2}{P_1}, \quad (31)$$

где N — число децибел; P_1 и P_2 — рассматриваемые мощности.

Так например, если отношение мощностей составляет 10 000, то число децибел равно: $N = 10 \lg 10\,000$, но $\lg 10\,000$, как известно, равен 4, так что $N = 10 \cdot 4 = 40$.

В некоторых случаях удобнее число децибел выражать через отношение напряжений. Для этого выражение для N — числа децибел — можно несколько преобразовать и выразить следующим образом:

$$N = 10 \lg \frac{U_1^2 R_2}{U_2^2 R_1}, \quad (32)$$

т. е. выразить мощность через напряжения и сопротивления. Дальнейшее преобразование основано на том, что, по правилам алгебры, логарифм произведения равен сумме логарифмов, а логарифм степени равен логарифму основания, умноженному на показатель степени.

Таким образом

$$N = 20 \lg \frac{U_1}{U_2} + 10 \lg \frac{R_2}{R_1},$$

если $R_2 = R_1 = 1$, то выражение упрощается за счет того, что $\lg \frac{R_2}{R_1}$ в этом случае равно нулю, и, следовательно,

$$N = 20 \lg \frac{U_1}{U_2}. \quad (33)$$

Мы видим, таким образом, что число децибел выражается непосредственно через напряжения только в том частном случае, когда сравниваемые мощности выделяются

на одинаковых (или одном и том же) сопротивлениях; в общем случае необходимо учитывать соотношение сопротивлений.

Пример. Для иллюстрации приведённых соотношений вычислим усиление усилителя УЗР-3.

Его данные следующие: входное напряжение — $2,0 \text{ mV} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ V}$; входное сопротивление — $170\,000 \, \Omega$; выходная мощность — 9 W .

Не располагая, таким образом, данными о выходном сопротивлении, которое может составлять $5, 10$ и $20 \, \Omega$, используем выражение (31), т. е. $N = 10 \lg \frac{P_2}{P_1}$, но в нашем случае $P_2 = 9 \text{ W}$, а

$$P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} = \frac{(2 \cdot 10^{-3})^2}{170\,000},$$

таким образом

$$\begin{aligned} N &= 10 \lg \frac{9 \cdot 170\,000}{(2 \cdot 10^{-3})^2} = 10 \lg \frac{9 \cdot 170\,000}{6,25 \cdot 10^{-6}} = 10 \lg \frac{9 \cdot 1,7}{6,25} \cdot 10^{11} = \\ &= 10 \lg \frac{9 \cdot 1,7}{6,25} + 10 \lg 10^{11} = 10 \lg 2,45 + 10 \lg 10^{11}. \end{aligned}$$

По таблице логарифмов или по логарифмической линейке находим значение $\lg 2,45$, который равен $0,39$. Логарифм 10^{11} равен по определению логарифма 11 , так что

$$N = 10 \cdot 0,39 + 110 = 3,9' + 110 = 113,9 \approx 114 \text{ db}.$$

ЧАСТОТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Частотная характеристика усилителя показывает зависимость усиления усилителя от частоты приложенного на вход напряжения. Чем меньше эта зависимость, тем меньше частотные искажения, вносимые усилителем.

Частотная характеристика определяет собой одно из самых существенных свойств усилителя — способность воспроизводить форму кривой приложенного напряжения.

Как известно, форма кривой приложенного на вход усилителя напряжения определяется при воспроизведении фонограммы основными частотами, лежащими в пределах от 50 до 2000 Hz , и их гармоническими составляющими, частота которых может доходить до $12\,000 - 15\,000 \text{ Hz}$.

Практически для вполне качественного воспроизведения достаточно ограничить требования в отношении полосы частот усиливаемого напряжения полосой от 50 до 8000 Hz . При дальнейшем расширении полосы воспроизведения качество звуковоспроизведения не только не улучшается, но даже ухудшается, так как шумы плёнки из-за ограниченных возможностей записи высокочастотных составляющих резко возрастают. В некоторых случаях, учитывая частотные искажения других звеньев воспроизводящей аппаратуры и дефекты плёнки, — частотная характеристика усилителя выбирается такой, чтобы компенсировать эти искажения или устранить дефекты.

Например, в усилительном устройстве типа ПУ-12 частотная характеристика имеет большое отклонение от прямой в области частот $5000 - 6000 \text{ Hz}$; при частоте 5500 Hz усиление имеет максимальное значение (пик), а уже при частоте 7000 Hz усиление резко падает.

Указанной неравномерностью достигается частичная компенсация влияния щели звукового блока проектора и частотных искажений, вызванных при печати узкой плёнки; с другой стороны, резкое падение усиления частот свыше 6000 Hz преследует цель снизить уровень высокочастотных помех.

В усилительном устройстве УСУ-5 предусмотрен специальный фильтр, включение которого резко снижает коэффициент усиления при частотах приложенного напряжения выше 5000 Hz , чем достигается снижение шума, вносимого неплотной плёнкой (плёнка, у которой фонограмма исцарапана и т. д.).

Отклонения частотной характеристики от прямой, т. е. от равномерного усиления, выражаются в децибелах; так как при снятии характеристики на вход усилителя подаётся постоянное по величине напряжение, число децибел, выражающее неравномерность формы кривой характеристики, можно выразить через соотношение напряжений на выходе [величина нагрузочного сопротивления (например, звуковая катушка громкоговорителя) при снятии характеристики остаётся неизменной].

Так, если напряжение на выходе усилителя изменяется в зависимости от частоты приложенного входного напряжения в пределах от 6 до 9 V при средней величине в $7,5 \text{ V}$, то отклонения от прямой (равномерности хода кривой) составляют: $\pm 1,6, -2 \text{ db}$.

*) Щель звукового блока вызывает «завал» высоких частот характеристики.

В самом деле, отклонение в сторону возрастания напряжения составит

$$N = 20 \lg \frac{9}{7,5} = 20 \lg 1,2;$$

по таблице логарифмов или по логарифмической линейке находим, что $\lg 1,2 = 0,08$, так что $N = 20 \cdot 0,08 = 1,6$.

Отклонения в сторону уменьшения напряжения составляют:

$$N = 20 \lg \frac{6}{7,5} = 20 \lg 0,8.$$

Напомним, что логарифм дроби есть отрицательное число, что видно из следующего:

$$\lg 0,8 = \lg \frac{8}{10} = \lg 8 - \lg 10.$$

$\lg 8 = 0,9$ определяем по таблице; $\lg 10$ равен по определению 1, так что $\lg 0,8 = 0,9 - 1 = -0,1$. Окончательно имеем: $N = 20 \lg 0,8 = -2$ db.

КОЭФИЦИЕНТ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ

Коэффициент нелинейных искажений усилителя так же, как и равномерность частотной характеристики, определяет качество воспроизведения: чем этот коэффициент меньше, тем выше качество воспроизведения. Физический смысл этой величины заключается в том, что форма кривой напряжения на выходе усилителя никогда не совпадает с формой кривой приложенного напряжения на вход его (усилителя); так, если на вход усилителя приложить чисто синусоидальное напряжение какой-то частоты (какой именно частоты безразлично), то на выходе усилителя будет наблюдаться искаженная кривая, в той или иной мере приближающаяся по форме к синусоиде, но строго не отвечающая ей.

Искажение кривой обусловлено тем, что усилитель вносит от себя дополнительные составляющие, отсутствующие в приложенном напряжении.

Величиной этих составляющих и их числом можно, следовательно, характеризовать качество воспроизведения: чем меньше их величина и их число, тем точнее и качественнее воспроизведение.

Численным выражением соотношения между составляющими и напряжением основной частоты и является коэффициент нелинейных искажений, называемый иногда **к л и р ф а к т о р о м**.

АМПЛИТУДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Нелинейные искажения зависят от величины приложенного напряжения и обычно резко возрастают после того, как приложенное напряжение превзойдет по своей величине определенное значение. Косвенным показателем отсутствия сильных искажений формы кривой является, так называемая **амплитудная характеристика**, которая показывает зависимость выходного напряжения от величины подводимого на вход напряжения.

В участке, где выходное напряжение растёт пропорционально величине входного напряжения (рис. 155), искажения не превосходят допустимого значения. С дальнейшим ростом входного напряжения пропорциональность нарушается сначала незначительно, а затем всё больше и больше, так что в конце концов кривая идёт почти параллельно оси входных напряжений.

Точка перегиба амплитудной характеристики соответствует, как правило, предельной величине входного напряжения, при котором нелинейные искажения ещё не превосходят допустимой величины.

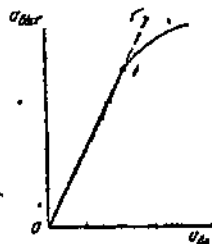


Рис. 155. Примерная амплитудная характеристика усилителя
1 — точка, соответствующая предельной величине входного напряжения

НОМИНАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ УСИЛИТЕЛЯ

С величиной коэффициента нелинейных искажений тесно связано определение так называемой **номинальной мощности усилителя**. Под номинальной мощностью усилителя понимают ту мощность, которую в состоянии развить усилитель при заданном значении коэффициента нелинейных искажений, т. е. завод-изготовитель гарантирует, что коэффициент нелинейных искажений при номинальной мощности усилителя не превосходит заданного значения.

Из определения величины номинальной мощности усилителя видно, что при нормальных условиях эксплуатации значение номинальной мощности достигается только при самых громких уровнях звука, средняя же мощность, которую развивает усилитель, в несколько раз меньше. Действительно, если установить режим работы усилителя таким, что его номинальная мощность будет достигаться при среднем уровне громкости, то это означает, что при громких уровнях звука усилитель будет вносить очень большие искажения, а качество воспроизведения будет очень плохим. Вот почему не следует пытаться «выжать» из усилителя большую мощность, чем он может дать.

Например, в аудитории, в которой размещается тысяча человек, работать с усилительным устройством типа ПУ-13, имеющим мощность в 6 W, не следует. В данном случае усилительное устройство на основании кривой рис. 370, может быть полноценно использовано в аудитории, состоящей из 350 чел.

В тех случаях, когда аудитория превосходит по величине то, что может перекрыть усилитель, лучше работать при несколько сниженной громкости, чем пытаться перекрыть аудиторию при нормальной громкости, но при сильных искажениях; слушатель скорее согласится с недостаточной громкостью, чем с недостаточной четкостью воспроизведения.

Здесь следует указать, что данные, приведенные в разделе «Фабричные усилительные устройства», учитывают это обстоятельство: значения мощности усилителей, которые там приводятся, установлены с таким расчетом, чтобы средняя мощность усилителя была достаточна для нормальной громкости в зале и вместе с тем, чтобы громкость таких звуков, как выстрелы, была достаточной для создания необходимого впечатления.

УРОВЕНЬ ПОМЕХ

В главах, посвященных электронным лампам и фотоэлементам, было указано, что как те, так и другие при работе создают на выходе усилителя помехи, прослушиваемые в громкоговорителях как шум высокого или низкого тона. В зависимости от величины этих помех воспроизведение в той или иной мере искажается, так как на основную передачу накладывается постоянный шум, особенно заметный во время пауз или тихой передачи.

Для улучшения качества воспроизведения необходимо, следовательно, всячески снижать собственные шумы усилителя, а для оценки этого качества необходимо установить определенное понятие. Таким понятием и является относительный уровень помех, чаще сокращенно называемый просто уровнем помех.

Понятие об относительном уровне помех характеризуется отношением мощности, создаваемой помехами, к номинальной мощности устройства. Численно уровень помех определяется в децибелах, и так как в данном случае сопоставляются мощности, развиваемые на одном и том же сопротивлении, то число децибел выражается через величины напряжения, т. е.

$$N = 20 \lg \frac{U_{\text{пом}}}{U_n}$$

где $U_{\text{пом}}$ — напряжение, создаваемое помехами; U_n — напряжение, соответствующее номинальной мощности.

Само собой разумеется, что напряжение, создаваемое помехами, меньше напряжения, соответствующего номинальной мощности, так что во всех случаях отношение $\frac{U_{\text{пом}}}{U_n}$ есть правильная дробь, а следовательно, и число децибел, выражающее уровень

помех, есть отрицательная величина. Также понятно, что чем уровень помех меньше, тем больше будет по абсолютной величине число децибел.

Так например, если $\frac{U_{\text{пом}}}{U_n}$ составляет 0,01, т. е. 1%, то число децибел составит:

$$N = 20 \lg 0,01 = 20 (-2) = -40 \text{ db.}$$

Если бы отношение $\frac{U_{\text{пом}}}{U_n}$ составляло 0,0025, т. е. 0,25%, то число децибел составляло бы: $N = 20 \lg 0,0025 = 20 \lg 0,001 + 20 \lg 2,5$.

Определив по таблице логарифмов 2,5 и зная, что $\lg 0,001 = -3$, находим:

$$N = 20 (-3) + 20 \cdot 0,4 = -60 + 8 = -52 \text{ db,}$$

т. е. при меньшем значении собственных шумов число децибел по абсолютной величине больше.

СХЕМЫ УСИЛИТЕЛЕЙ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

Основные особенности схем усилителей, применяемых в звуковом кино, определяются тем, что во всех случаях эти усилители питаются полностью от сети переменного тока. Питание усилителей от сети переменного тока связано с тем, что: а) накал электронных ламп осуществляется либо непосредственно переменным током соответствующего напряжения, либо выпрямленным и сглаженным током (например, накал электронных ламп в фотокаскадах ФЭК-1; ФЭК-9 и ФЭК-3), либо током высокой частоты как в ПУ-10; б) смещение на сетки электронных ламп приходится осуществлять без применения специальных батарей смещения; в) питание анодных цепей производится, как правило, от одного высоковольтного выпрямителя.

Другие особенности схем усилителей определяются специальными требованиями, предъявляемыми с точки зрения воспроизведения фонограммы; сюда относятся: число каскадов, характер схемы входа, схема и режим оконечного каскада и т. д.

Указанные обстоятельства придают схемам усилителей определенный характер, достаточно общий для большинства типов усилителей.

Все усилители массового выпуска имеют несколько каскадов предварительного усиления и оконечный каскад. Необходимость в нескольких каскадах усиления определяется тем, что развиваемое нормальным фотоэлементом напряжение составляет в лучшем случае десятки милливольт, в то время как для нормальной работы оконечного каскада требуются десятки вольт.

Каскады предварительного усиления, как правило, работают по схеме на сопротивлениях, т. е. в качестве анодной нагрузки применяется омическое сопротивление. Распространение этой схемы определяется экономическими соображениями и тем, что при такой схеме легко обеспечить выполнение технических требований в отношении частотной характеристики.

Для перехода на оконечный каскад обычно используется в том или другом варианте трансформаторная схема, что связано с использованием для оконечного каскада двухтактной схемы.

За последнее время в новых типах усилительной аппаратуры (например, УСУ-8) используется переход на двухтактный оконечный каскад (пуш-пулл) с помощью так называемой инверсной схемы, описание и принцип действия которой приведен на стр. 115.

Широкое использование в усилительной аппаратуре двухтактной схемы диктуется тем, что усилители должны развивать относительно большую мощность; в целях уменьшения габаритов и числа ламп необходимо всячески увеличить их использование, а, как известно, именно двухтактная схема даёт наилучшее использование ламп.

Напомним вкратце принцип действия этой схемы и её преимущества.

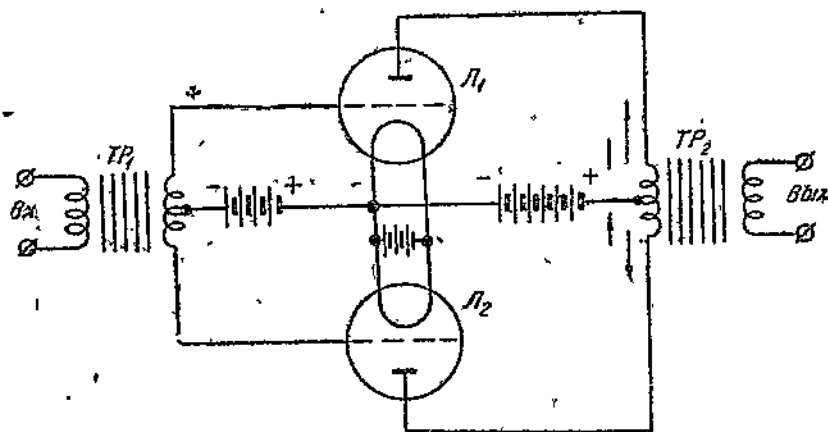


Рис. 156. Принципиальная схема двухтактного каскада

Двухтактная схема, или, как её часто называют, схема пуш-пулл, представлена на рис. 156. Из схемы видно, что если мгновенное напряжение на сетке первой электронной лампы относительно катода положительно, то на сетке второй электронной лампы оно отрицательно. Следовательно, в анодной цепи первой лампы ток возрастает, а во второй — уменьшается. На рис. 156 это условно показано тем, что рядом с большими стрелками, указывающими направление тока через лампы — постоянной составляющей, — показаны маленькие стрелки, соответствующие переменной составляющей тока лампы. Как видно, маленькие стрелки имеют одно и то же направление, а следова-

тельно, магнитный поток трансформатора изменяется пропорционально сумме переменных составляющих, индуцируя во вторичной обмотке соответствующее напряжение.

Отметим, что магнитный поток, обусловленный постоянной составляющей при строго одинаковых лампах, равен нулю, и, следовательно, при двухтактной схеме подмагничивание сердечника отсутствует. Это свойство двухтактной схемы имеет весьма существенное значение, так как свойства трансформаторного железа таковы, что подмагничивание вызывает резкое ухудшение его свойств, приводя, в частности, к увеличению вносимого трансформатором коэффициента нелинейных искажений. Однако указанная особенность схемы не исчерпывает её благоприятных показателей.

Ещё более существенным её преимуществом является то, что эта схема даёт возможность значительно повысить использование ламп.

При описании действия схемы было установлено, что если одна из ламп увеличивает ток, то другая в это же время уменьшает его.

Уменьшения и увеличения тока не должны быть обязательно равными. Оказывается, можно получить практическое отсутствие искажений формы кривой приложен-

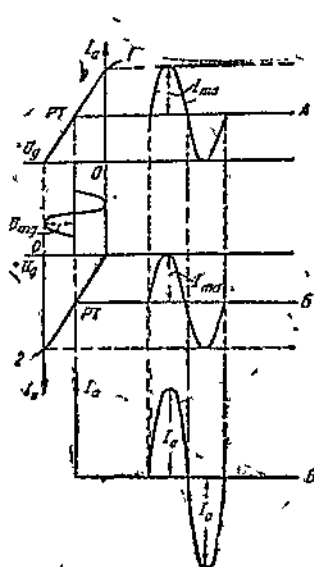


Рис. 157. Режим класса «А»

1 и 2 — характеристики ламп;
РТ — рабочие точки на характеристиках

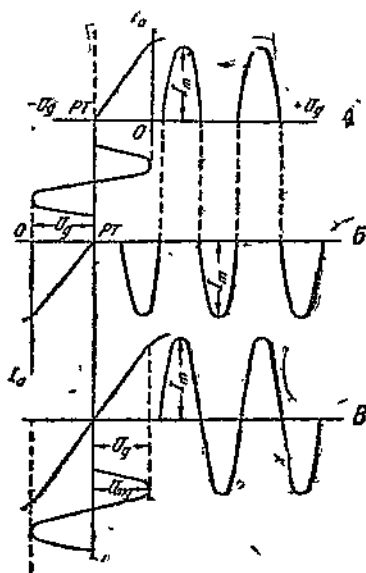


Рис. 158. Режим класса «В»

ного к сеткам напряжения и в том случае, когда указанные приращения не равны, и даже в том случае, когда приращение происходит по очереди то в одной, то в другой электронной лампе. Проще всего показать это, используя графическое построение.

РЕЖИМ КЛАССА «А». Рассмотрим первоначально случай одинакового приращения токов в лампах. При этом режим, очевидно, должен быть выбран так, чтобы рабочая точка находилась на середине прямолинейного левого участка характеристики электронной лампы, как показано на рис. 157.

Этот случай соответствует режиму лампы в параллельном соединении и, следовательно, принципиально, с точки зрения использования ламп, этот режим преимуществ не имеет. Практически, однако, учитывая, что характеристики на всём их протяжении не прямолинейны, а имеют кривизну, двухтактная схема позволяет получить и в режиме класса «А» большую мощность при заданном коэффициенте нелинейных искажений.

Как пример можно привести данные, относящиеся к лампе 6Л16. В таблице 8 (стр. 30) для одной лампы в классе «А» указана полезная мощность $P_1 = 6,5 \text{ Вт}$ при коэффициенте нелинейных искажений $K_f = 10\%$; в том же режиме для двух ламп в классе «А» (пуш-пулл) указана полезная мощность $P_2 = 13,5 \text{ Вт}$ при коэффициенте нелинейных искажений $K_f = 2\%$.

Из этого видно, что в двухтактной схеме лампа 6Л16 даёт ту же мощность, что и две параллельно включённые лампы 6Л16, однако коэффициент нелинейных искажений при двухтактной схеме резко уменьшается.

РЕЖИМ КЛАССА «В». Теперь рассмотрим режим, когда электронные лампы работают по очереди. Из рис. 158 видно, что рабочая точка PT выбрана так, что при отсутствии переменного напряжения на сетке ток (для случая идеализированной лампы) равен нулю. Когда напряжение подано, ток может проходить только через одну лампу, так как другая при этом получает очень большое отрицательное смещение. Ход изменения тока в работающей лампе показывает, что при идеализированной характеристике форма кривой тока в точности отвечает в течение рабочего полупериода приложенному напряжению.

Во второй полупериод точно так же работает вторая лампа. Следовательно, рассматривая ход изменения магнитного потока, мы приходим к выводу, что он в точности отвечает характеру изменения, приложенного к сеткам напряжения. Таким образом, на вторичной обмотке мы будем иметь напряжение, форма кривой которого строго соответствует приложенному напряжению; иначе говоря, двухтактная схема принципиально не вносит искажений при попеременной работе ламп.

Что же касается использования ламп в этом режиме, то легко видеть, что оно значительно больше, чем при нормальной схеме. Из рис. 158 видно, что при этом режиме оказывается возможным подвести вдвое большее напряжение к сеткам ламп, а это в свою очередь значительно увеличивает отдаваемую лампами мощность. Расчёты показывают, что увеличение мощности в этом режиме, называемом режимом класса «В», в три-пять раз больше, чем в режиме класса «А».

Крупным недостатком этого режима в условиях питания усилителя от выпрямителя является то, что постоянная составляющая тока, потребляемого лампами, зависит от подведённого напряжения: выпрямитель то почти полностью разгружается, то нагружается до нормальной нагрузки. Известно, что колебания нагрузки у выпрямителя вызывают изменения даваемого им напряжения, а следовательно, при общем выпрямителе, питающем как предварительные, так и оконечный каскады, неизбежно возникновение искажений в каскадах предварительного усиления и сильно затруднено решение вопроса о способе питания ламп (см. ниже).

РЕЖИМ КЛАССА «АВ». Промежуточным классом режима двухтактной схемы является так называемый класс «АВ». Этот режим характеризуется тем, что рабочая точка PT располагается ниже середины прямолинейного участка характеристики. При подведении переменного напряжения ток через лампу идёт не в течение всего периода, а только части его, как это показано на рис. 159.

Режимом класса «АВ», являясь промежуточным режимом между классами «А» и «В», даёт некоторое промежуточное значение для использования ламп.

Как показывают расчёты, в классе «АВ» можно снять примерно в два-три раза большую мощность, чем в классе «А». Постоянная составляющая в классе «АВ» также зависит от подведённого напряжения; однако эта зависимость сравнительно невелика, поэтому напряжение выпрямителя колеблется практически в незначительных пределах и не вызывает тех затруднений, которые связаны с классом «В».

В аппаратуре массового выпуска используется исключительно класс «АВ»: именно этот режим даёт возможность без затруднений увеличить использование ламп в два-три раза.

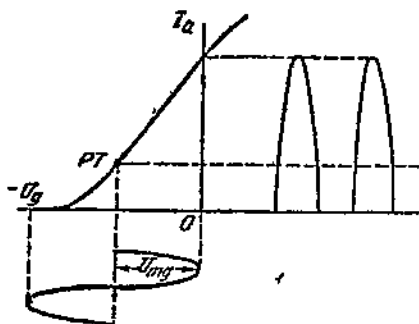


Рис. 159. Режим класса «АВ»

СХЕМЫ ВХОДА УСИЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Схема входа усилительных устройств массового выпуска обычно предусматривает универсальное использование усилителя: усилители помимо основного назначения — воспроизведения фонограммы — могут работать от адаптера или микрофона. При этом в большинстве случаев усилители имеют самостоятельные входы; при работе от микрофона или адаптера в качестве входной цепи используется цепь сетки второго каскада.

Так например, в усилительном устройстве типа УСУ-9 при воспроизведении фонограммы напряжение с фотоэлемента подводится к сетке электронной лампы ПО-119 фотокаскада ФЗК-9, при работе от адаптера или микрофона фотокаскад не используется, а напряжение подаётся через соответствующий трансформатор на сетку первого каскада основного усилителя УЗК-9 (см. схему УСУ-9 рис. 190, стр. 135).

В усилительных устройствах типа ПУ5-3 и УК-25 адаптер включается непосредственно в цепь сетки второго каскада.

ВЫБОР ВЕЛИЧИНЫ ВХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ УСИЛИТЕЛЯ ПРИ РАБОТЕ С ФОТОЭЛЕМЕНТОМ

Величина входного сопротивления усилителя, работающего от фотоэлемента, устанавливается так, чтобы получить от фотоэлемента по возможности большую величину напряжения и обеспечить постоянство этого напряжения при всех частотах нормально воспроизводимой полосы.

В тех случаях, когда фотоэлемент, как это бывает практически, вынесен из усилителя и его подключение производится посредством гибкого шланга, величина входного сопротивления составляет обычно не более 200 000 Ω . Действие ёмкости гибкого шланга вызовет при увеличении сопротивления очень резкое уменьшение напряжения на входном сопротивлении при высоких частотах.

При рассмотрении устройства гибкого шланга (рис. 397), можно заметить, что провода шланга обладают по отношению друг к другу, а также по отношению к броне некоторой паразитной ёмкостью, величина которой примерно равна $150 \div 200$ см (на метр длины шланга).

Действие ёмкости соединительной проводки гибкого шланга легко уяснить на рассмотрении эквивалентной схемы включения фотоэлемента, представленной на рис. 160.

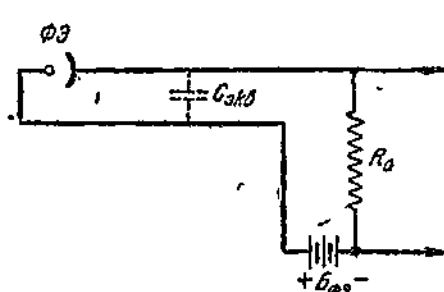


Рис. 160. Эквивалентная схема включения фотоэлемента

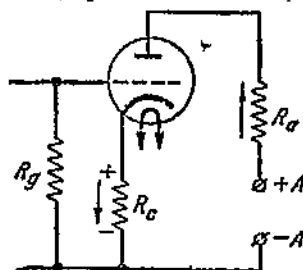


Рис. 161. Схема автоматического смещения с автономным смещающим сопротивлением R_c (без блокирующей ёмкости)

Согласно рисунку собственная ёмкость, обозначенная через $C_{экв}$, включена параллельно входному сопротивлению R_a , а следовательно, ток, проходящий через фотоэлемент, проходит через нагрузочное сопротивление R_a , не полностью, часть его ответвляется через паразитную ёмкость $C_{экв}$ гибкого шланга.

Подсчёты показывают, что уже при величине сопротивления, равного 200 000 Ω , и нормальной величине ёмкости гибкого шланга (150—200 см) через ёмкость проходит при частоте 6000—8000 Hz достаточно ощутимая часть полного тока фотоэлемента. Совершенно очевидно, что при этом напряжение на входном сопротивлении соответственно уменьшается.

В усилительных устройствах, где фотоэлемент за пределы усилителя не выносится, входное сопротивление можно брать значительно большей величины, так как в этом случае приходится считать только с ёмкостью входной цепи электронной лампы, которая составляет $10 \div 20$ см и, следовательно, ответвление тока через ёмкость при больших сопротивлениях практически мало.

Примером такого усилительного устройства является ПУ-12, в котором входное сопротивление составляет 1 М Ω ¹⁾.

СМЕЩЕНИЕ И СПОСОБЫ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

При питании усилителей от общего выпрямителя отрицательное смещение ламп может быть осуществлено двумя путями.

По первому способу смещение осуществляется по схеме, приведенной на рис. 161. Из схемы видно, что сетка лампы соединена через сопротивление утечки сетки с минусом высокого напряжения, а катод присоединён к нему непосредственно, а через сопротивление. Анодный ток лампы, проходя через сопротивление R_a , создаёт на нём падение напряжения такого знака, при котором катод имеет положительное напряжение относительно общего минуса, а сетка электронной лампы имеет отрицательное смещение. Таким образом, включение сопротивления между катодом и общим минусом, к которому присоединена сеточная цепь лампы, даёт возможность осуществлять необходимое смещение. Выбор величины сопротивления смещения определяется тре-

¹⁾ Указанная величина входного сопротивления определяется так, что для переменной составляющей применённой в ПУ-12 схема с разделением постоянной и переменной составляющих обуславливает сопротивление.

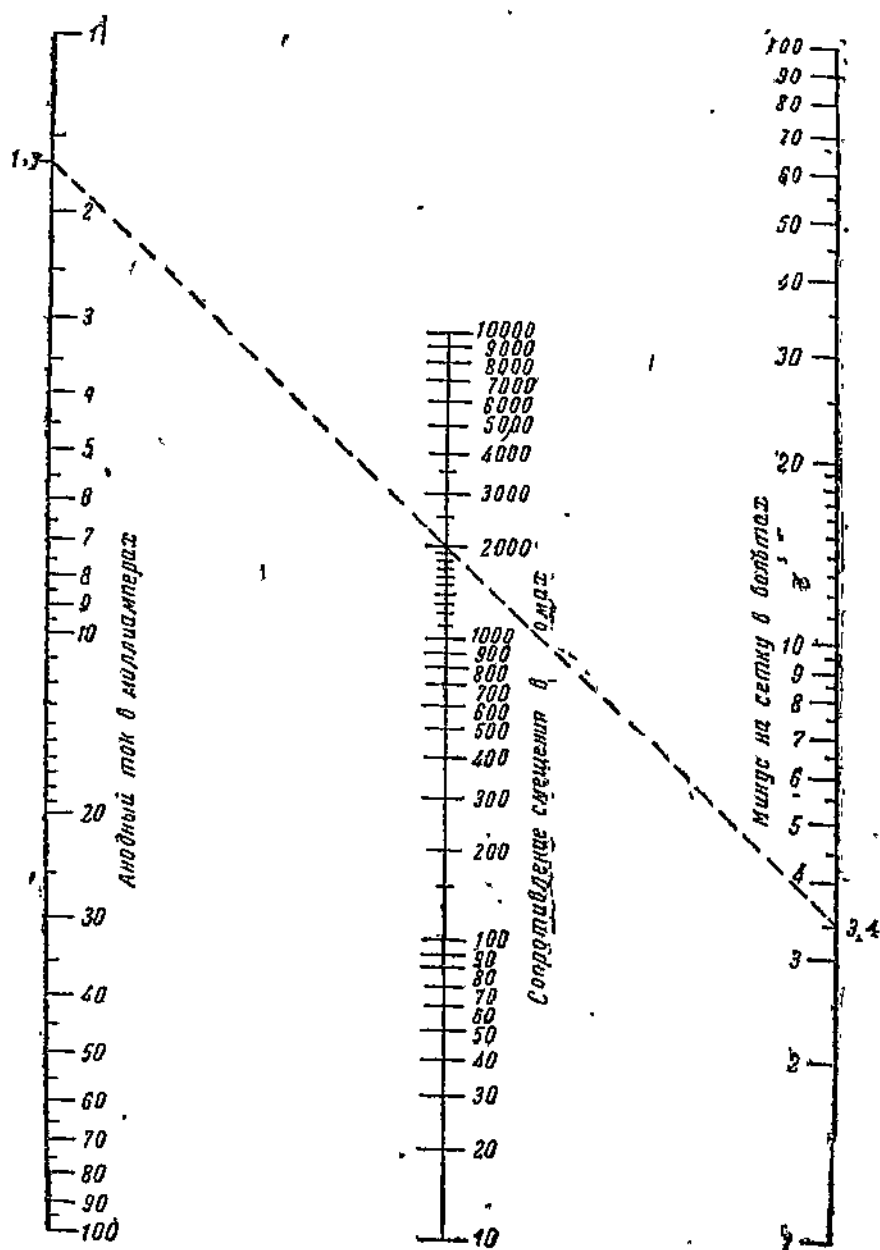


Рис. 162. Номограмма для расчёта сопротивления смещения

буемым режимом лампы, т. е. необходимым отрицательным смещением и величиной анодного тока. Зная нормальный ток лампы и необходимое значение смещения, легко определить величину сопротивления смещения по закону Ома:

$$R_{см} = \frac{U_{см}}{I_a}, \quad (34)$$

где $R_{см}$ — сопротивление смещения в омах; $U_{см}$ — необходимое напряжение смещения в вольтах; I_a — анодный ток лампы, выраженный в амперах.

Так например, в усилителе УЗК-3 (комплект усилительного устройства УСУ-3) в первом каскаде усилителя на сетку лампы 6СН-118 требуется подать минус 3,4 В. Через лампу идёт ток в 1,7 мА (0,017 А). Подставляя наши данные в формулу закона Ома, имеем:

$$R_{см} = \frac{U_{см}}{I_a} = \frac{3,4}{0,017} = 2000 \text{ } \Omega.$$

По спецификации принципиальной схемы УСУ-3 (стр. 157) устанавливаем, что сопротивление смещения действительно равно 2000 Ω .

Расчёт сопротивления смещения можно производить по номограмме, приведённой на рис. 162. Пусть требуется вновь определить $R_{см}$. Дано $U_{см} = -3,4 \text{ В}$; $I_a = 0,017 \text{ А}$. Соединяя две точки, соответствующие приведённым данным, прямой (на рис. 162 она изображена пунктиром), на

средней шкале найдём значение для $R_{см}$. В данном случае будет: $R_{см} = 2000 \text{ } \Omega$.

Другой способ осуществления смещения показан на рис. 163. Согласно этой схеме сопротивлением смещения служит общее для всех каскадов сопротивление R_c , включённое в провод общего минуса выпрямителя. Сеточные цепи ламп присоединяются в этом случае к отводам сопротивления. Действие этой схемы вполне аналогично предыдущей и заключается в том, что общий ток ламп вызывает на сопротивлении R_c падение напряжения такого знака, что точки присоединения катодов имеют положительное напряжение относительно минуса выпрямителя. След-

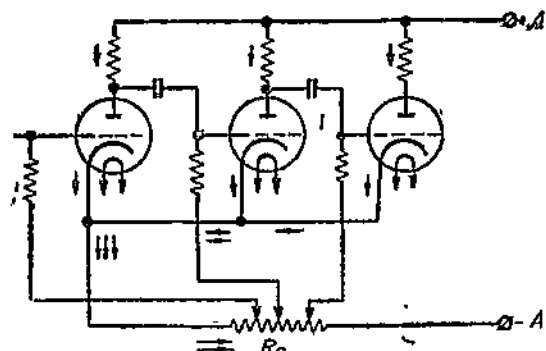


Рис. 163. Схема автоматического смещения с общим смещающим сопротивлением R_c (в схеме не указаны блокирующие ёмкости и развязывающие ячейки)

довательно, присоединяя сеточные цепи ламп к тому или иному отводу сопротивления, можно получить требуемое для каждой лампы смещение. Величина сопротивления в данном случае выбирается из того расчёта, чтобы полное падение напряжения на нём равнялось требуемому смещению на лампы оконечного каскада. Расчёт этой величины не представляет затруднения, так как общая величина тока усилителя и требуемая величина смещения оконечного каскада задаются его режимом.

Следовательно, и здесь непосредственно применим закон Ома:

$$R_{см} = \frac{U_{см}}{I_{общее}}, \quad (35)$$

где $I_{общее}$ — анодный ток всех ламп, выраженный в амперах.

В некоторых усилителях, как например в УН-25, применены «промежуточные» способы, иначе говоря, производят обобщение сопротивления смещения не для всех каскадов, а только для их части.

Достоинства и недостатки этих двух способов смещения заключаются в следующем.

При автономных для каждого каскада сопротивлениях смещения необходимо блокировать эти сопротивления ёмкостью большой величины (выбор величины ёмкости производится, например, по табл. 24, стр. 116—117).

Блокировка сопротивлений смещения необходима, так как через сопротивление смещения осуществляется обратное воздействие анодной цепи на сеточную. В случае отсутствия блокирующих конденсаторов переменная составляющая анодного тока замыкается через сопротивление смещения, а следовательно, вызывает на нём переменное падение напряжения обратного воздействия. Следовательно, между сеткой и като-

дом лампы будут действовать два напряжения: напряжение обратного воздействия и напряжение полезного сигнала. Их знаки, как показывают расчёты, обратны, и, следовательно, переменное напряжение между сеткой и катодом уменьшится, что скажется как уменьшение общего коэффициента усиления. Блокируя сопротивление смещения конденсатором, мы уменьшаем величину сопротивления для переменной составляющей, а следовательно, уменьшаем напряжение обратного воздействия и таким образом устраняем уменьшение коэффициента усиления, обусловленного автоматическим смещением.

При общем для всех каскадов сопротивлении смещения обязательное применение (как это показано ниже) развязывающих ячеек, что приводит к некоторому увеличению числа деталей схемы и к усложнению конструкции сопротивлений смещения.

Следовательно, оба способа примерно равноценны как с точки зрения деталей, так и с точки зрения работы усилителя. Поэтому выбор того или иного типа является делом привычки конструктора, а иногда определяется производственными соображениями.

РАЗВЯЗЫВАЮЩИЕ ЯЧЕЙКИ

Необходимость в развязывающих ячейках при питании от общего выпрямителя определяется тем, что напряжение выпрямителя сильно зависит от величины потребляемого тока; при увеличении тока напряжение падает, при его уменьшении — возрастает. Следовательно, при работе усилителя (когда в анодных цепях лампы токи непрерывно меняются по величине) напряжение выпрямителя меняется.

Но изменение напряжения выпрямителя отзовется на изменении напряжения лампы: помимо основного усиливаемого напряжения на вход усилителя будет подано ещё дополнительное напряжение, в результате чего усилитель «самовозбудится» и в громкоговорителях будут прослушиваться звуки, напоминающие работу мотоцикла.

Из этого не вполне строгого объяснения видно, что в усилителе может возникнуть связь через источник питания, которая нарушает нормальный режим устройства. Необходимо, следовательно, либо применить несколько независимых источников питания (что, конечно, очень дорого и с эксплуатационной точки зрения неудобно) либо составить схему так, чтобы цепи ламп меньше зависели от свойств выпрямителя.

Такое разделение цепей ламп осуществляется развязывающей ячейкой. Её действие можно объяснить тем, что цепь каждой лампы питается как бы от отдельного источника питания в виде конденсатора развязывающей ячейки, который в свою очередь питается от общего источника питания через входящее в состав ячейки сопротивление.

В некоторых случаях применение одной ячейки оказывается недостаточным. Поэтому приходится включать несколько ячеек последовательно.

На рис. 164 представлена схема первого каскада усилителя УЗК-3, в которой применены две развязывающие ячейки (сопротивления 7 и конденсаторы 17). Здесь конденсаторы ячейки 17 подаются не на катод, а на общий минус выпрямителя, так как в противном случае развязывающие ячейки своей цели не достигают.

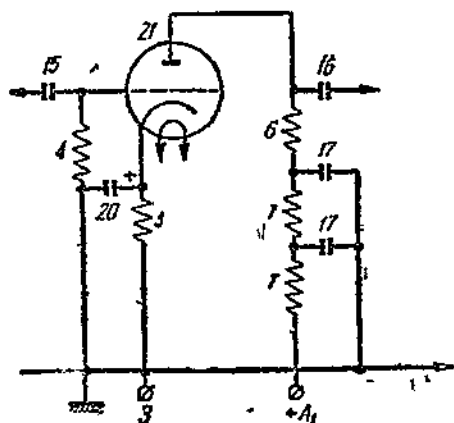


Рис. 164. Схема первого каскада усилителя УЗК-3

7 — сопротивления развязывающих ячеек;
17 — конденсаторы развязывающих ячеек;

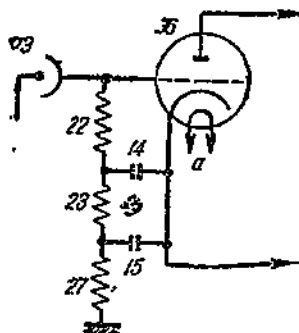


Рис. 165. Схема первого каскада усилителя УК-25

23 и 27 — сопротивления развязки; 14 и 15 — конденсаторы развязки

Рассмотренный случай связи в усилителе не является единственным; связь каскадов может иметь место не только через источники высокого напряжения, но также через общее сопротивление смещения. Применение развязывающих ячеек в сеточных цепях ламп при общем сопротивлении смещения оказывается обязательным.

Примером применения развязывающих ячеек в сеточных цепях может служить усилитель УК-25, часть схемы которого, относящаяся к смещающим цепям, представлена на рис. 165.

КОРРЕКЦИЯ В УСИЛИТЕЛЯХ

Достижение наилучшего результирующего эффекта воспроизводящей установки возможно лишь при условии, если частотная характеристика усилителя имеет тот или иной вид. В частности, для четкой, не бубнящей речи необходимо ограничить частотную характеристику в области низких частот; для устранения шума изношенной пленки характеристику нужно ограничить в области высоких частот. Наконец, для компенсации спада частотной характеристики, обусловленной емкостью гибкого шланга (соединительной линии от фотоэлемента), а также конечной шириной щели звукового блока необходимо, чтобы характеристика усилителя имела подъем в области высоких частот.

Придание частотной характеристике усилителя определенного очертания осуществляется так называемыми корректирующими элементами.

Действие этих корректирующих элементов, как правило, заключается в том, что они ограничивают использование лампы в определенной области частот, приводя его к нормальной величине для остальной части диапазона.

Наиболее употребительные схемы корректирующих элементов изображены на рис. 166 и 168. На рис. 167 и 169 приведены их частотные характеристики.

КОРРЕКЦИЯ НА ВЫСОКИХ ЧАСТОТАХ

Способ 1. Действие корректирующего элемента (рис. 166), осуществляющего подъем характеристики в области высоких частот, основано на том, что при надлежащем выборе величин C_1 и R_1 сопротивление емкости C_1 во много раз больше на низких и средних частотах сопротивлению R_1 и R_2 .

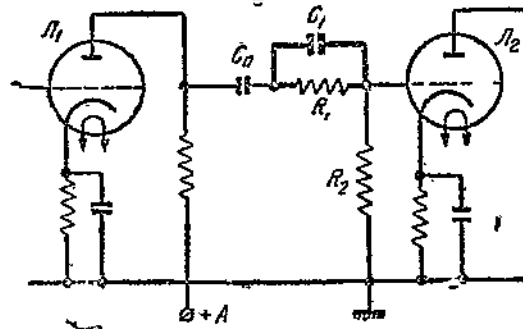


Рис. 166. Схема перехода с корректирующим элементом (R_1 и C_1), служащим для подъема частотной характеристики в области высоких частот

Таким образом при средних частотах на сетку последующей лампы L_2 подводится лишь часть напряжения, создаваемого в анодной цепи предшествующей лампы L_1 и определяемого соотношением между сопротивлением R_1 и R_2 . При повышении частоты сопротивление емкости падает; поэтому падение напряжения на сопротивлении R_1 уменьшается и, следовательно, увеличивается напряжение на сопротивлении R_2 ; при предельной частоте усиливаемого напряжения сопротивление корректирующего элемента во много раз меньше сопротивления R_2 , и всё напряжение, создаваемое в анодной цепи, оказывается приложенным к сопротивлению R_2 .

На схеме рис. 166 сопротивление R_1 берут постоянным при постоянной коррекции или переменным — при переменной коррекции.

Как переходной конденсатор C_1 , так и сопротивление утечки сетки R_2 берутся нормальной величины; способ коррекции, приведенный на рис. 166, используется в схеме усилительного устройства типа УСУ-5.

Способ 2. Действие корректирующего элемента, представленного на рис. 168, основано на использовании в качестве нагрузки трансформатора TP последовательно включенных емкости C_1 и переменного сопротивления R_1 .

При полностью введенном сопротивлении R_1 действие нагрузки трансформатора TP практически не сказывается. При полностью выведенном сопротивлении R_1 трансформатор TP оказывается нагруженным на емкость C_1 , величина которой выбрана с таким расчетом, чтобы её сопротивление на высоких частотах было бы во много раз меньше сопротивления

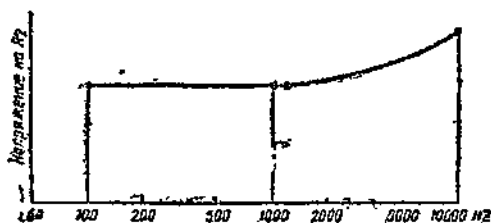


Рис. 167. Примерная частотная характеристика, обусловленная действием корректирующего элемента схемы рис. 166

трансформатора TP , обусловленного расстройкой. При таком подборе величины на зажимах вторичной обмотки трансформатора TP и, следовательно, на участке управляющая сетка — катод лампы напряжение падает с частотой, доходя практически до нуля при наивысшей частоте воспроизводимого диапазона. Промежуточному значению сопротивления R_1 соответствует некоторая промежуточная характеристика. Сказанное поясняется рис. 169.

КОРРЕКЦИЯ НА НИЗКИХ ЧАСТОТАХ

Схема корректирующего элемента для переменной коррекции характеристики в области низких частот действует при этих частотах аналогично тому, как действует только что описанная схема на высоких частотах.

При полностью выведенном сопротивлении R_1 корректирующего элемента (рис. 170) его шунтирующее действие сопротивлением R_1 выбрана с таким расчётом, чтобы она во много раз превышала сопротивление корректирующего дросселя ($DR_{кор}$) при низких частотах.



Рис. 169. Частотная характеристика корректирующего элемента, ограничивающего характеристику в области высоких частот

1 — кривая, снятая без коррекции; 2 — кривая, снятая при коррекции

Схема коррекции рис. 170 используется в усилительном устройстве типа ПУ-12.

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ В УСИЛИТЕЛЯХ

За последнее время в усилительной аппаратуре (например, УСУ-8) большое распространение получили схемы, основанные на применении отрицательной обратной связи.

Схемы с использованием отрицательной обратной связи обладают следующими основными преимуществами: 1) мощность, снимаемая с ламп оконечного каскада, может быть значительно увеличена по сравнению с тем, что получается при обычных схемах; 2) внутреннее сопротивление оконечного каскада может быть приведено к произвольной величине без изменения величины, снимаемой с ламп мощности; 3) зависимость коэффициента усиления от колебания питающего напряжения значительно уменьшается; 4) упрощается получение заданной частотной характеристики.

Значение первого из перечисленных преимуществ очевидно и не требует пояснения. Возможность приведения внутреннего сопротивления лампы к произвольной величине имеет особое значение в связи с применением в оконечном каскаде пентодов, например, 6Ф6, и тетродов — 6Л3. Дело в том, что для качественной работы громкоговорителя желательно, чтобы внутреннее сопротивление оконечного каскада было бы

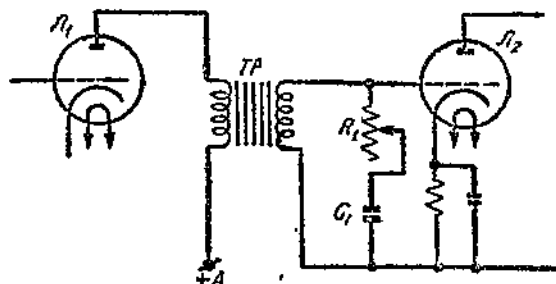


Рис. 168. Схема корректирующего элемента (R_1 и C_1), служащего для ограничения характеристики в области высоких частот

При выведенном сопротивлении R_1 сопротивление корректирующего элемента определяется только дросселем $DR_{кор}$. Самондукция дросселя $DR_{кор}$ выбирается такой, чтобы его сопротивление при низких частотах было меньше внутреннего сопротивления лампы. Следовательно, при выведенном сопротивлении R_1 характеристика напряжения на первичной обмотке трансформатора TP имеет значительный спад в области низких частот.

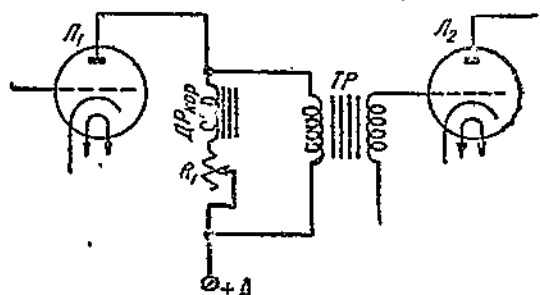


Рис. 170. Схема корректирующего элемента ($DR_{кор}$ и R_1), служащего для ограничения характеристики в области низких частот

меньше, чем наименьшее значение сопротивления громкоговорителя¹⁾. С другой стороны, известно, что пентоды и тетроды в обычных схемах работают в режиме, когда сопротивление нагрузки в несколько раз меньше внутреннего сопротивления оконечного каскада.

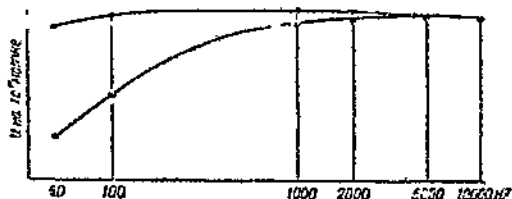


Рис. 171. Частотная характеристика корректующего элемента ($\mu\beta_{кор}$ и R_1), ограничивающего характеристику в области низких частот

Большое производственное значение имеет применение отрицательной обратной связи с точки зрения облегчения конструкции деталей. Используя отрицательную обратную связь, можно получить заданную характеристику при упрощенной и облегченной конструкции деталей.

ПРИНЦИП ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Этот принцип заключается в том, что часть выходного напряжения подается обратно — на вход усилителя или на вход промежуточного каскада. Одна из возможных схем осуществления отрицательной обратной связи приведена на рис. 172.

Описанные выше свойства схем с применением отрицательной обратной связи основаны на следующих упрощенных уравнениях, относящихся к приведенной на рис. 172 схеме:

$$M' = M \frac{1}{1 + \mu\beta} \quad (36)$$

$$K' = K \frac{1}{1 + \mu\beta} \quad (37)$$

$$R_1' = R_1 \frac{1}{1 + \mu\beta} \quad (38)$$

Здесь M — коэффициент усиления каскада; K — коэффициент нелинейных искажений; R_1 — внутреннее сопротивление оконечного каскада при отсутствии отрицательной обратной связи; M' ; K' ; R_1' — то же при наличии отрицательной обратной связи; β — относительная величина обратной связи; μ — статический коэффициент усиления лампы.

Из этих выражений видно, что коэффициент усиления, внутреннее сопротивление и коэффициент нелинейных искажений уменьшаются при применении отрицательной обратной связи в $\frac{1}{1 + \mu\beta}$ раз.

Если произведение $\mu\beta$ много больше единицы, то выражения (36), (37) и (38) принимают вид:

$$M' = \frac{1}{\beta} \quad (39)$$

$$K' = \frac{K}{\beta M} \quad (40)$$

$$R_1' = \frac{R_1}{\mu\beta} \quad (41)$$

Используя свойства схем с применением отрицательной обратной связи, можно сопротивление тетродов и пентодов произвольно уменьшать, т. е. создать наиболее благоприятные для громкоговорителя условия.

Уменьшение зависимости коэффициента усиления от колебаний питающего напряжения имеет большое значение в эксплуатационных условиях, учитывая систематическое колебание напряжения в сетях.

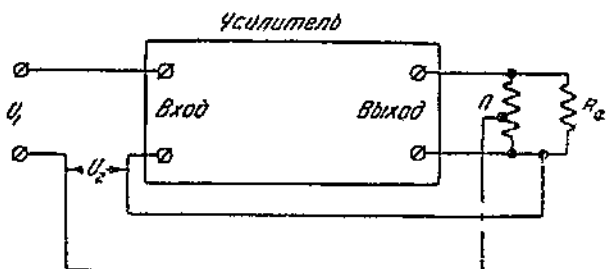


Рис. 172. Схема, в которой используется отрицательная обратная связь

U_1 — входное напряжение; U_2 — напряжение отрицательной обратной связи; R_a — полезная нагрузка; Π — дополнительный делитель напряжения

¹⁾ Напомним, что сопротивление громкоговорителя изменяется с частотой, имея обычно наибольшее значение на крайних частотах и наименьшее — на средних частотах порядка 200–300 Гц.

Отсюда мы заключаем, что:

1. Коэффициент усиления усилителя при большой отрицательной обратной связи не зависит от свойств самого усилителя, а определяется только данными того элемента схемы, посредством которого осуществляется обратная связь. Следовательно, коэффициент усиления не зависит от колебания напряжения питания и зависит от частоты только в той мере, в какой элемент связи зависит от частоты.

2. Внутреннее сопротивление оконечного каскада уменьшается в $\mu\beta$ раз и, следовательно, может быть сделано произвольно малым.

3. Коэффициент нелинейных искажений уменьшается при неизменной выходной мощности также в $K\beta$ раз. Следовательно, если задан допустимый коэффициент нелинейных искажений, можно сплать большую мощность.

Может возникнуть вопрос, в чем же преимущество применения отрицательной обратной связи, если коэффициент усиления падает в той же мере, в какой падает коэффициент нелинейных искажений?

Ответ на этот вопрос заключается в следующем.

Коэффициент нелинейных искажений в основном обусловлен оконечным каскадом, а поэтому требуемое дополнительное усиление (за счёт дополнительного каскада или лучшего использования каскадов предварительного усиления) не вызывает увеличения коэффициента нелинейных искажений. Необходимость в дополнительном усилении не вызывает серьёзных затруднений; к тому же существует ряд схем, где отрицательная обратная связь не снижает коэффициента усиления.

Как вывод из данного раздела можно сказать, что принцип применения отрицательной обратной связи несомненно получит широчайшее применение. Некоторая замедленность в использовании этого принципа объясняется тем, что явления, происходящие в действительности, значительно сложнее приведённого выше элементарного объяснения. Сложность явлений, происходящих в усилителях, при применении отрицательной обратной связи вызывает целый ряд затруднений в отношении её использования и требует ещё большой и серьёзной работы.

ИНВЕРСНЫЕ СХЕМЫ

Инверсные схемы позволяют осуществить переход на двухтактную схему без применения переходного трансформатора, что представляет в целом ряде случаев большой интерес как с экономической точки зрения, так и с точки зрения облегчения условий работы усилителя при применении отрицательной обратной связи¹⁾.

Как видно из схемы рис. 173, инверсная схема позволяет осуществить необходимый сдвиг фазы между напряжениями на сетках последующего каскада за счёт того, что напряжение на сетку второй лампы инверсного каскада подаётся из анодной цепи первой лампы этого каскада.

Для лучшего понимания действия инверсной схемы рассмотрим момент времени, когда на сетку первой лампы инверсного каскада подаётся положительное прираще-

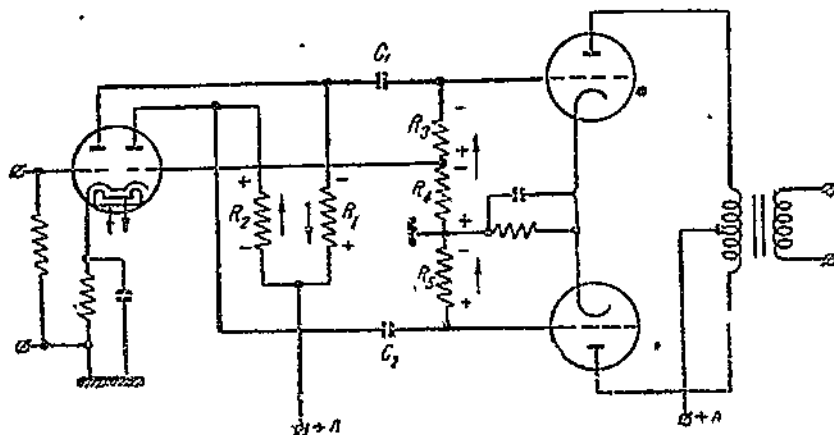


Рис. 173. Схема инверсного и оконечного каскадов

шение напряжения, что мы условно обозначим знаком плюс (+). Когда на сетке первой лампы напряжение имеет знак +, анодный ток этой лампы стремится увеличиться,

¹⁾ Мы уже указывали, что использование отрицательной обратной связи вызывает целый ряд трудностей, в частности, при трансформаторных схемах осуществить значительную обратную связь из-за склонности к самовозбуждению трудно.

C — переходной конденсатор (μF)

C_д — конденсатор, шунтирующий экранирующуюC_с — конденсатор, шунтирующий сопротивление смещения (μF)

сетку (μF)

E_{ан} — анодное напряжение (V)

Триод

E _{ан} ¹⁾	90								180					
	0,1		0,25		0,5		1		0,1		0,25		0,5	
R _L														
R _г ²⁾	0,1	0,25	0,5	0,25	0,5	1	0,5	1	2	0,1	0,25	0,5	0,25	0,5
R _с	4400	4800	5000	8000	8800	9000	12200	13500	14700	1800	2000	2200	3500	4100
C _с	2,5	2,1	1,8	1,33	1,18	0,9	0,76	0,67	0,58	4,4	3,3	2,9	2,3	1,8
C	0,02	0,01	0,005	0,01	0,005	0,003	0,005	0,003	0,0015	0,025	0,015	0,008	0,01	0,006
E _о ³⁾	13	19	20	16	20	24	18	23	26	35	46	50	40	50
k ⁴⁾	16	19	20	20	22	23	22	23	23	19	21	22	23	24

Двойной триод

E _{ан} ¹⁾	90								180					
	0,1		0,25		0,5		1		0,1		0,25		0,5	
R _L														
R _г ²⁾	0,1	0,25	0,5	0,25	0,5	1	0,5	1	2	0,1	0,25	0,5	0,25	0,5
R _с	1900	2250	2500	4050	4950	5400	7000	8500	9650	1300	1700	1950	2950	3800
C	0,025	0,01	0,006	0,01	0,006	0,003	0,006	0,003	0,0015	0,03	0,015	0,007	0,015	0,007
E _о ³⁾	13	19	20	16	20	24	18	23	26	35	46	50	40	50
k ⁴⁾	16	19	20	20	22	23	22	23	23	19	21	22	23	24

6С5 (триод) и

E _{ан} ¹⁾	90								180					
	0,05		0,1		0,25		0,5		0,05		0,1		0,25	
R _L														
R _г ²⁾	0,05	0,1	0,25	0,1	0,25	0,5	0,25	0,5	1	0,05	0,1	0,25	0,1	0,25
R _с	2800	3400	3800	4800	6400	7500	11400	14500	17300	2200	2700	3100	3900	5300
C _с	2	1,62	1,3	1,12	0,84	0,66	0,52	0,4	0,33	2,2	2,1	1,85	1,7	1,25
C	0,05	0,025	0,01	0,025	0,01	0,005	0,01	0,006	0,004	0,055	0,03	0,015	0,035	0,015
E _о ³⁾	14	17	20	16	22	23	18	23	26	34	45	54	41	54
k ⁴⁾	9	9	10	10	11	12	12	12	13	10	11	11	12	12

Пентод

E _{ан} ¹⁾	90								180					
	0,1		0,25		0,5		1		0,1		0,25		0,5	
R _L														
R _г ²⁾	0,1	0,25	0,5	0,25	0,5	1	0,5	1	2	0,1	0,25	0,5	0,25	0,5
R _с	0,37	0,44	0,44	1,1	1,18	1,4	2,18	2,6	2,7	0,44	0,5	0,5	1,1	1,18
R _д ³⁾	1200	1100	1300	2400	2600	3600	4700	5500	5500	1000	750	800	1200	1600
C _д	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	0,025	0,02	0,05	0,02	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04
C _с	5,2	5,3	4,8	3,7	3,2	2,5	2,3	2	2	6,5	6,7	6,7	5,2	4,3
C	0,02	0,01	0,006	0,008	0,005	0,003	0,005	0,0025	0,0015	0,02	0,01	0,006	0,008	0,005
E _о ³⁾	17	22	33	23	32	33	28	29	27	42	52	59	41	60
k ⁴⁾	41	55	66	70	85	92	93	120	140	51	69	83	93	118

1) Напряжение на аноде равно напряжению источника питания минус падение напряжения на R_L и R_с. Для анодных напряжений, отличающихся на 50% от анодных напряжений, приведенных в таблице, значения величин сопротивлений, конденсаторов и усиления приблизительно верны. Значение выходного напряжения для других напряжений источника питания равно выходному напряжению, указанному в таблице, умноженному на новое напряжение источника питания и деленное на напряжение источника питания, соответствующее указанному в таблице выходному напряжению.

2) Для следующих каскадов см. схемы рис. 174, 175 и 176.

3) Напряжение на R_д при отсутствии сеточного тока.

4) Усиление напряжения при выходном напряжении в 5 В, если буквами не показано другое: а) при 2 В на выходе; б) при 3 В на выходе; в) при 4 В на выходе; г) при 2,2 В на выходе.

усилителя

 E_0 — выходное максим. напряжение в В R_c — сопротивление смещения (Ω) R_d — сопротивл. в цепи экранной сети R_s — сопротивление утечки сетки R_L — сопротивл. анод. нагрузки (мегом) k — усиление напряжения

типа 6Ф5

180				300								$E_{00}^{(1)}$	
0,5				0,1		0,25		0,5				R_L	
1	0,5	1	2	0,1	0,25	0,5	0,25	0,5	1	0,5	1	2	$R_g^{(2)}$
4500	6100	6900	7700	1300	1600	1700	2600	3200	3500	4500	5400	6100	R_c
1,7	1,3	0,9	0,83	5	3,7	3,2	2,5	2,1	2	1,5	1,2	0,93	C_c
0,004	0,006	0,003	0,0015	0,025	0,01	0,006	0,01	0,007	0,004	0,006	0,004	0,002	C
32	24	33	37	33	43	48	41	54	63	50	62	70	$E_0^{(2)}$
57	53	63	66	42	49	52	56	63	67	65	70	70	$k^{(2)}$

6Н7 (для одного триода)

180				300								$E_{00}^{(1)}$	
0,5				0,1		0,25		0,5				R_L	
1	0,5	1	2	0,1	0,25	0,5	0,25	0,5	1	0,5	1	2	$R_g^{(2)}$
4300	5250	6600	7650	1150	1500	1750	2650	3400	4000	4850	6100	7150	R_c
0,0035	0,007	0,0035	0,002	0,03	0,015	0,007	0,015	0,0055	0,003	0,0055	0,003	0,0015	C
57	44	54	61	60	83	86	75	87	100	76	94	104	$E_0^{(2)}$
24	24	25	25	20	22	23	23	24	24	23	24	24	$k^{(2)}$

6Ж7 (как триод)

180				300								$E_{00}^{(1)}$	
0,25				0,05		0,1		0,25				R_L	
0,5	0,25	0,5	1	0,05	0,1	0,25	0,1	0,25	0,5	0,25	0,5	1	$R_g^{(2)}$
6260	9500	12300	14700	2100	2600	3100	3800	5300	6000	9500	12300	14000	R_c
1,2	0,74	0,55	0,47	3,16	2,3	2,2	1,7	1,3	1,17	0,9	0,59	0,37	C_c
0,008	0,015	0,008	0,004	0,075	0,04	0,015	0,035	0,015	0,008	0,015	0,008	0,003	C
55	44	52	59	57	70	83	65	84	88	73	85	97	$E_0^{(2)}$
13	13	13	13	11	11	12	12	13	13	13	14	14	$k^{(2)}$

типа 6Ж7

180				300								$E_{00}^{(1)}$	
0,5				0,1		0,25		0,5				R_L	
1	0,5	1	2	0,1	0,25	0,5	0,25	0,5	1	0,5	1	2	$R_g^{(2)}$
1,4	2,45	2,9	2,7	0,44	0,5	0,53	1,18	1,18	1,45	2,45	2,9	2,95	R_c
2000	2600	3100	3500	500	450	600	1100	1200	1300	1700	2200	2300	$R_c^{(3)}$
0,04	0,03	0,025	0,02	0,07	0,07	0,06	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	C_d
3,8	3,2	2,9	2,8	8,5	8,3	8	5,5	5,4	5,8	4,2	4,1	4	C_c
0,0035	0,005	0,0025	0,0015	0,02	0,01	0,006	0,008	0,005	0,005	0,005	0,003	0,0025	C
60	45	56	60	55	81	96	81	104	110	75	97	160	$E_0^{(2)}$
140	135	165	165	61	82	94	104	140	185	161	350	240	$k^{(2)}$

*) Во всех случаях имеется в виду действующее значение напряжений.

Для ламп 6Ж7 советского выпуска величина сопротивления смещения во всех случаях выбирается практически примерно в 1,5 раза больше указанного.

Величины ёмкостей для переходного конденсатора C , для конденсатора C_c , шунтирующего сопротивление смещения, и для конденсатора C_d , шунтирующего экранную сетку, указаны, исходя из того, что спад частотной характеристики на частоте $f=100$ Нз составляет 30%. Если частота, на которой допускается такой спад выше или ниже указанной частоты, значения ёмкости должны быть уменьшены или увеличены во столько раз, во сколько раз предполагаемая частота выше или ниже частоты 100 Нз.

что условно показано направлением стрелки к аноду. При таком направлении тока нижний конец сопротивления R_1 будет иметь знак $+$ относительно верхнего конца. Таким же знаки будут на концах сопротивления утечки сетки первой лампы двухтактной схемы, т. е. верхняя точка будет иметь знак $-$ относительно нижней. Следовательно, на сетку второй лампы инверсной схемы в этот момент подаётся напряжение с отрицательным приращением, т. е. со знаком минус.

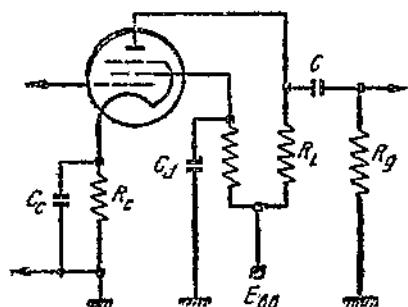


Рис. 174. Каскад, в котором работает высокочастотный пентод

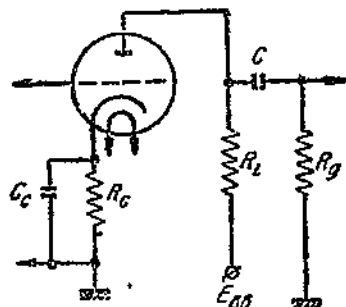


Рис. 175. Каскад, в котором работает триод

Величина этого напряжения надлежит подбором величин сопротивлений R_3 и R_4 устанавливается строго равной напряжению на сетке первой лампы инверсной схемы. Рассуждая аналогичным образом относительно тока в анодной цепи второй лампы, приходим к заключению, что верхний конец сопротивления R_2 будет иметь знак $+$ относительно нижнего; то же можно сказать о нижнем конце утечки сетки R_3 второй

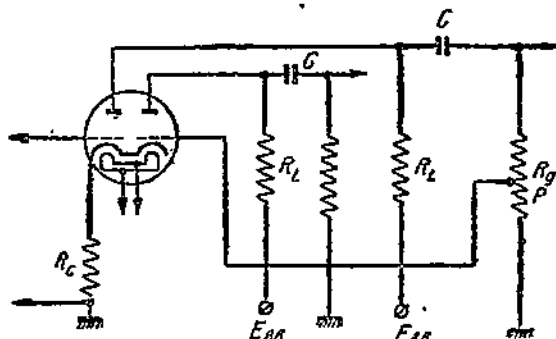


Рис. 176. Инверсная схема

лампы двухтактного каскада, который также будет иметь знак $+$ относительно верхнего конца. Таким образом, мы установили, что относительно катода («земли») к сеткам подводятся напряжения, сдвинутые относительно друг друга на 180° , что и требовалось доказать.

Из приведённого описания видно, какое значение для инверсной схемы имеет использование двойной лампы (6Н7), которая делает инверсную схему целесообразной с экономической и конструктивной точек зрения.

Относительным недостатком инверсной схемы является то, что она не допускает работы с сеточными токами оконечного каскада и, следовательно, не может быть использована для так называемых правых ламп, работающих без смещения (например, для той же лампы 6Н7).

ФАБРИЧНЫЕ УСИЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

СТАЦИОНАРНЫЕ УСИЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА¹⁾

Под стационарными усилительными устройствами подразумеваются такие устройства, которые применяются в стационарных звуковых кинотеатрах и в некоторых случаях — в автомобильных установках (полустационарные установки).

Требования, предъявляемые к стационарным усилительным устройствам, в основном сводятся к следующему: 1) значительная мощность; 2) удобство конструкции для обслуживания; 3) стабильность в работе; 4) высокие электроакустические качества.

По своей конструкции стационарные усилительные устройства разделяются на: 1) настольные конструкции (УСУ-9); 2) конструкции на стойках (УСУ-6); 3) настенные конструкции (УСУ-5).

До последнего года преимущественное распространение имели настольные конструкции, и лишь за последнее время в производство пускаются конструкции на стойках и настенные.

Настольные конструкции более удобны в производстве, но в условиях эксплуатации они неудобны, так как состоят из ряда элементов (усилитель, выпрямитель, щитки и т. д.), размещенных в разных местах аппаратной, чем затрудняется их обслуживание.

Кроме того, при монтаже звукового кинотеатра требуется до одного километра провода, до 100 м водопроводных труб и т. д. Одним словом, монтаж аппаратуры, выполненной по настольной конструкции, требует больших затрат и высокой квалификации technicians-установщиков. Неправильный монтаж часто вызывает при работе звукового кино значительный уровень помех (фон, наводки от радиопередачи и т. д.).

Конструкции на стойках и настенные указанными выше недостатками не обладают. В этих устройствах: 1) управление сосредоточено в одном месте; 2) отсутствует в аппаратной сложный монтаж; 3) вероятность наводок и аварий уменьшается; 4) в аппаратной аппаратура занимает меньше места; 5) в эксплуатации её обслуживание более удобно.

УСИЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ТИПА ЗК-1

ЗК-1 (шифр ЗК-1 означает: звуковой комплект — первая модель) явилось первым стационарным усилительным устройством массового изготовления, питаемым полностью от сети переменного тока, разработанным центральной радиолaborаторией ВЭСО, конструктивно оформленным на заводе Ленкинап, где и изготовлялось с 1932 по 1934 г.

Имея на выходе 5W пепскажипной мощности, комплект может быть использован в звуковом кинотеатре со зрительным залом, вмещающим до 300 чел. в зависимости от акустики помещения. ЗК-1 предназначен для работы от фотоэлементов, а также для работы от электромагнитного адаптера и угольного микрофона.

В комплект ЗК-1 (рис. 177) входит следующая аппаратура: фотоячейка типа ЯЗК-1 (2 шт.); фотокаскад типа Ф-1 (ФЗК-1) (1 шт.); микшерское устройство М-1 (МЗК-1) (1 шт.); усилитель типа У-1 (УЗК-1) (1 шт.); выпрямитель типа В-2 (ВЗК-2) (1 шт.); щиток типа ЦЗК (1 шт.); щиток типа ЦУ (1 шт.); мотор-генератор типа МГ (1 шт.); динамические громкоговорители типа РДБ (2 шт.).

¹⁾ В стационарных кинотеатрах, начиная с 1932 г. применялись усилительные устройства УСУ-20, УП-8, ВУП-30, ВУО-30-П, УСУ-6 и УСУ-7, которые выпускались мелкими сериями и которые морально устарели, а поэтому с эксплуатации сняты. Автор не счёл возможным давать их описание. Некоторые данные по этим типам устройств приведены на стр. 211, табл. 28.

Фото ячейка. Конструктивно оформлена в виде металлической коробки-экрана, внутри которой устанавливается фотоэлемент¹⁾. Одна из боковых стенок и верхняя крышка съёмные. На передней стенке фото ячейки имеется окно, через которое на фотоэлемент попадает модулированный свет от звукового блока проектора. Фото ячейка крепится или на стене около проектора или на самом проекторе. В том и другом случае следят за тем, чтобы центр окна фотоэлемента точно совпал с оптической осью звукового блока.

В последующих конструкциях звуковых блоков проекторов фото ячейка является неотъемлемой частью проектора (например, блока КА-1; КБ и т. д.), а поэтому в комплект усилительной аппаратуры не входит.

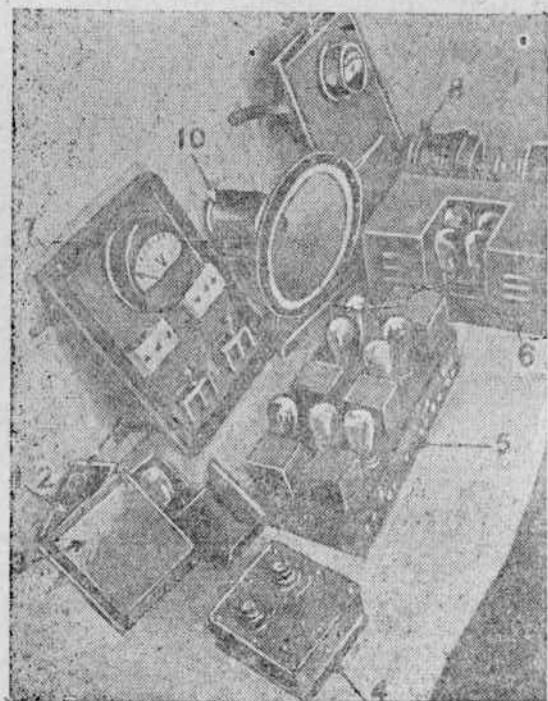


Рис. 177. Общий вид комплекта усилительной аппаратуры типа ЗК-1

1 и 2 — фото ячейки; 3 — фотокаскад; 4 — микшер; 5 — усилитель; 6 — выпрямитель; 7 — шток ЩЗК; 8 — мотор-генератор; 9 — шток ЩУ; 10 — громкоговоритель РДБ

Фотокаскад Ф-1 (ФЗК-1). Является по существу первым каскадом усилителя низкой частоты.

Конструктивное выделение фотокаскада от основного усилителя типа У-1 (УЗК-1) вызвано тем обстоятельством, что основной усилитель из-за своих габаритов не может быть размещён в непосредственной близости к звуковым проекторам, а поэтому пришлось бы тянуть от фотоэлемента, установленного в проекторе, к усилителю линию значительной длины.

Эта линия имела бы значительную ёмкость, что вызвало бы значительный завал высоких частот и искажение передачи.

Кроме того, на длинную линию могут наводиться поля, вызывающие при воспроизведении значительные помехи (фон, радиопередача и т. д.).

Внешне фотокаскад Ф-1 (ФЗК-1) представляет металлическое основание, на котором размещены детали схемы и лампа, сверху закрываемые кожухом-экраном с откидной дверцей, через которую вставляется лампа. В целях избежания микрофонного эффекта лампа амортизирована²⁾. Экран плотно крепится к основанию с помощью винтов. Для крепления

гибкого шланга монтажа внизу Ф-1 имеются специальные патрубки, к которым шланг припаивается.

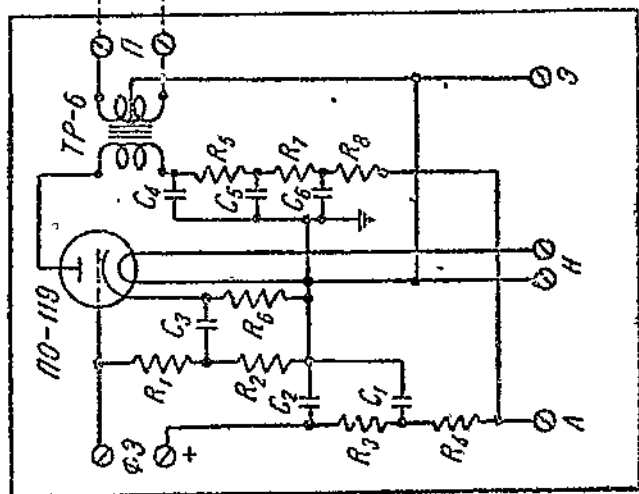
Из схемы рис. 178 мы видим, что фотокаскад Ф-1 (ФЗК-1) представляет собой однокаскадный усилитель низкой частоты, собранный по схеме на трансформаторе и работающий на лампе типа ПО-119.

Сопротивление R_1 является одновременно и нагрузочным сопротивлением фотоэлементов (фотоэлементы включены в параллель) и утечкой лампы. Сопротивление R_2 совместно с конденсатором C_2 является элементом развязывающей ячейки, включённой в цепь сетки в целях устранения обратного воздействия анодной цепи на сеточную цепь через сопротивления R_6 . Аноды фотоэлементов питаются от общего выпрямителя В-2 (ВЗК-2) через добавочные ячейки фильтра, составленные из сопротивлений (R_3 и R_4) и конденсаторов (C_1 и C_3), одновременно выполняющих роль развязывающих ячеек. Смещение на лампу ПО-119 осуществляется автоматически за счёт падения напряжения, создаваемого анодным током лампы на сопротивлении R_5 . Питание нити накала лампы ПО-119 осуществляется постоянным током от мотор-генератора МГ-1

¹⁾ Чувствительность фотоэлемента $120 \frac{\mu A}{Lm}$.

²⁾ Необходимо отметить, что лампы стеклянного типа, применяемые в фотокаскадах (ФЗК-1, ФЗК-2, ФЗК-20 и ФЗК-3), очень чувствительны в отношении микрофонного эффекта, так что требуется подбор лампы.

ФЭК-1



МЭК-1

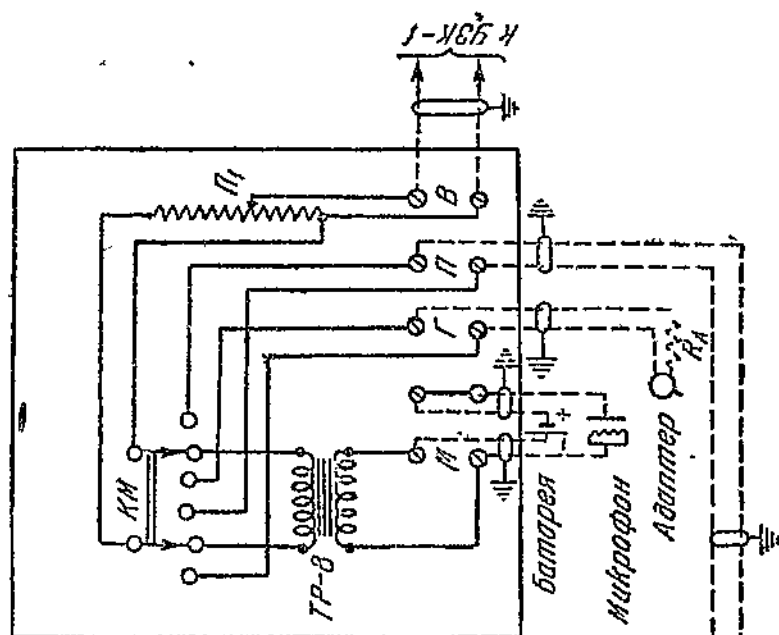


Рис. 178. Схемы фотокада ФЭК-1 (ФЭК-1) и микрофонного устройства МЭК-1 (МЭК-1)

через штык ЩУ (см. рис. 182). Анодная цепь лампы составлена из первичной обмотки трансформатора ТР-6 и сопротивлений R_6 , R_7 и R_8 , заблокированных конденсаторами C_4 , C_5 и C_6 .

Эти сопротивления и конденсаторы выполняют роль, во-первых, развязывающих ячеек, а во-вторых, добавочных ячеек фильтра выпрямителя В-2 (ВЗК-2), питающего анодную цепь фотокаскада. Вторичная обмотка трансформатора ТР-6 работает на понижение и соединена с микромерным устройством М-1 (МЗК-1), устанавливаемым обычно в зрительном зале.

Микшерское устройство М-7 (МЗК-1). Состоит из: а) регулятора громкости, с помощью которого может быть изменена мощность на выходе усилителя, а следовательно, и уровень громкости; б) микрофонного трансформатора ТР-8, в первичную обмотку которого включается микрофон типа ММ-2 и последовательно с ним батарея (10—20 В), вторичная обмотка с помощью переключателя КМ может быть подключена к крайним точкам потенциометра Π_1 (регулятор громкости); в) клемм, к которым подсоединяются концы от первоисточников (адаптера, фотокаскада и микрофона).

Каждый из первоисточников может быть с помощью переключателя КМ подключён к крайним точкам потенциометра П₁ (регулятора громкости).

С движком и одного из концов этого потенциометра переменное напряжение подводится к первичной обмотке входного трансформатора усилителя.

В целях уменьшения уровня помех корпус микшерского устройства и экраны всех линий должны быть надежно заземлены. Между основанием М-1 (МЭК-1), на котором размещены все детали, и кожухом-экраном должен быть надежный контакт, осуществляемый с помощью винтов крепления.

Усилитель У-1 (УЗК-1).

Конструктивно оформлен в виде низкого шасси (габаритные детали и сделан соединитель, чтобы легко было ориентировать прямоугольного сечения, и цвет, свойственный той или

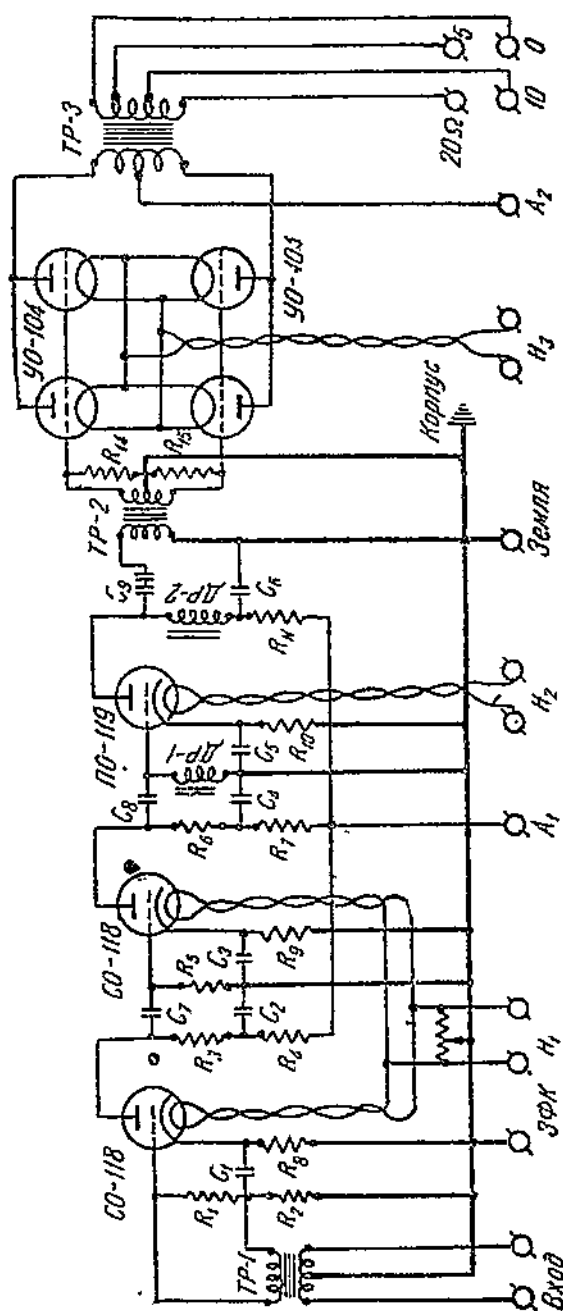


Рис. 179. Принципиальная схема усилителя У-1 (УЗК-1)

ты 530 × 245 × 195), сверху которого размещены детали трансформатора и дроссели и лампы, а сбоку — клеммы. Внутри шасси размещены мелкие детали и сделан соединительный монтаж. Сказанное поясняется рис. 177. Для того, чтобы легко было ориентироваться в цепях схемы, весь монтаж осуществляют шинкой прямоугольного сечения, сделанной из красной меди и окрашенной в тот или иной цвет, свойственный той или

Спецификация к схеме фотокаскада Ф-1 (ФЗК-1)

Условное обозначение на схеме	Наименование	Данные	Кол-во
ПО-119	Лампа катодная	—	1
ТР-6	Трансформатор фотокаскада	{ I—6000 витков ПЭ Ø 0,1 II—850 витков ПЭ Ø 0,35 }	1
R ₁ ; R ₂	Сопротивление Каминского	200 000 Ω	2
R ₃ ; R ₄	» »	100 000 Ω	2
R ₇ ; R ₈	» »	25 000 Ω	2
R ₅	» »	22 000 Ω	1
R ₆	» »	500 Ω марганца ПШО Ø 0,05	1
C ₁₋₆	Конденсатор	2 μF 400 V	6

Спецификация к схеме микшерского устройства М-1 (МЗК-1)

Условное обозначение на схеме	Наименование	Данные	Кол-во
П ₁	Потенциометр	200 Ω никелин	1
ТР-8	Трансформатор микрофонный	{ II—1800 витков ПЭ Ø 0,2 I—1000 витков ПЭ Ø 0,3 }	1
КМ	Переключатель	2-полюсный 3 положения	1

Спецификация к схеме усилителя У-1 (УЗК-1)

Условное обозначение на схеме	Наименование	Данные	Кол-во
ПО-119	Лампа катодная	—	1
СО-118	» »	—	2
УО-104	» »	—	4
ТР-1	Трансформатор входной	{ I—850 витков ПЭ Ø 0,35 II—4500 витков ПЭ Ø 0,1 }	1
ТР-2	Трансформатор переходной	{ I—3000 витков ПЭ Ø 0,1 II—6000 витков ПЭ Ø 0,1 }	1
ТР-3	Трансформатор выходной	{ I—2000 витков ПЭ Ø 0,25 II—90+35+55 витков ПЭ Ø 1,0 }	1
ДР-1	Дроссель низкой частоты	16 000 витков ПЭ Ø 0,1	1
ДР-2	То же	5 400 витков ПЭ Ø 0,2	1
R ₁ ; 14; 15	Сопротивление Каминского	100 000 Ω	3
R ₅	То же	200 000 Ω	1
R ₂ ; 3; 4; 6; 7	» »	50 000 Ω	5
R ₁₁	» »	10 000 Ω	1
R ₈ ; 9	Сопротивление проволочное	2 000 Ω марганца ПШО Ø 0,07	2
R ₁₀	То же	800 Ω марганца ПШО Ø 0,08	1
П ₂	Потенциометр	40 Ω	1
C ₁₋₆	Конденсатор	2 μF 400 V	6
C ₇ ; 8; 9	»	0,25 μF 400 V	4

ной цепи, а именно: анодные цепи ламп — синий цвет; сеточные цепи ламп — жёлтый цвет; цепи накалов — красный цвет; цепи катодов — зелёный цвет; цепи входа и выхода — оранжевый цвет; цепи переменного тока (сеть) — чёрный цвет; общая цепь «земля» — белый цвет.

В целях экранировки шасси усилителя У-1 (УЗК-1) закрывается снизу выдвижным дном.

Из принципиальной схемы рис. 179 мы видим, что усилитель У-1 (УЗК-1) представляет собой четырёхкаскадный усилитель низкой частоты.

Первые три каскада являются каскадами напряжения, а четвёртый — окончательным каскадом.

Как уже указывалось, вход усилителя осуществлён на трансформаторе. Интересно отметить, что вход усилителя и выход фотокаскада — низкоомные; при низкоомном входе удаётся, с одной стороны, облегчить производство, а с другой (и это самое главное) — снизить величину наводок.

Отметим, что наибольшие помехи, создаваемые от внешних полей на усилительное устройство, происходят по причине наличия в усилителе входного трансформатора.

Как мы увидим дальше, по этой причине в других усилительных устройствах от входного трансформатора отказались (например, в УСУ-3, описание которого приведено ниже).

В целях снижения искажений, могущих появиться за счёт неравномерной характеристики трансформатора ТР-1, вторичная обмотка зашунтирована сопротивлением R_2 . Сопротивление R_2 совместно с конденсатором C_1 выполняет ту же роль, что и сопротивление R_2 и конденсатор C_2 в сеточной цепи фотокаскада ФЗК-1.

Первый каскад, работающий на лампе СО-118, собран по схеме на сопротивлении. Смещение на сетку лампы автоматическое от сопротивления R_2 . Питание нити накала лампы СО-118 осуществляется переменным током от накальной обмотки H_1 трансформатора ТР-9 выпрямителя В-2 (ВЗК-2). В целях снижения уровня помех (ф.нз) в цепи накала применён потенциометр P_2 — «средняя точка». Анодная цепь лампы СО-118 составлена из нагрузочного сопротивления R_3 и сопротивления развязки R_4 , заблокированного конденсатором развязки C_2 . Связь первого каскада со вторым осуществляется через переходный конденсатор C_7 .

Второй каскад также собран по схеме на сопротивлении и работает на лампе типа СО-118. Сопротивление R_5 выполняет роль утечки сетки. Смещение лампы автоматическое от сопротивления R_2 , заблокированного конденсатором C_2 . Питание нити накала лампы СО-118 осуществляется переменным током от обмотки H_1 трансформатора ТР-9 выпрямителя В-2 (ВЗК-2). Анодная цепь лампы СО-118 составлена из нагрузочного сопротивления R_6 и сопротивления развязки R_7 , заблокированного конденсатором развязки C_4 .

Третий каскад собран по дроссельно-трансформаторной схеме и работает на лампе ПО-119. В качестве утечки сетки используется дроссель ДР-1. Смещение лампы ПО-119 автоматическое от сопротивления R_{10} , заблокированного конденсатором C_5 . Нить накала лампы ПО-119 питается переменным током от обмотки H_2 трансформатора ТР-9 выпрямителя В-2 (ВЗК-2). Анодная цепь лампы ПО-119 составлена из дросселя ДР-2 и сопротивления развязки R_{11} , заблокированного конденсатором развязки C_6 .

Параллельно анодному дросселю ДР-2 через переходные конденсаторы C_8 включена первичная обмотка переходного трансформатора. Два включённых последовательно конденсатора C_8 применены с той целью, чтобы повысить их общее пробивное напряжение, так как напряжение на аноде лампы ПО-119 почти полностью равно анодному напряжению А-1 и достигает ~ 240 В. Кроме того, подбирая величину ёмкости этих конденсаторов C_8 , тем самым корректируем частотную характеристику усилителя.

Четвёртый, окончательный каскад собран по схеме пуш-пулл и работает на четырёх лампах типа УО-104, по две лампы в каждом плече. В целях повышения устойчивости работы устройства, с одной стороны, а с другой — для уменьшения искажений, вторичная обмотка (обе её половины) зашунтирована сопротивлениями R_{14} и R_{15} . Смещение на сетки ламп УО-104 подаётся автоматически от сопротивления R_{13} , установленного внутри шасси выпрямителя В-2 (ВЗК-2). Накал нитей ламп осуществляется переменным током от обмотки H_3 трансформатора ТР-9. Между выводом «средней точки» и «землёй» включено сопротивление смещения окончательного каскада R_{13} . К средней точке первичной обмотки выходного трансформатора ТР-3 подаётся анодное напряжение A_2 . Концы этого трансформатора ТР-3 соединены с анодами ламп УО-104. Вторичная обмотка трансформатора ТР-3 секционирована и позволяет включать громкоговорители разного сопротивления (в 5, 10 и 20 Ω). Звуковые катушки громкоговорителей РДБ, включённые между собой последовательно, подсоединяются к клеммам выхода усилителя 0 и 20 Ω .

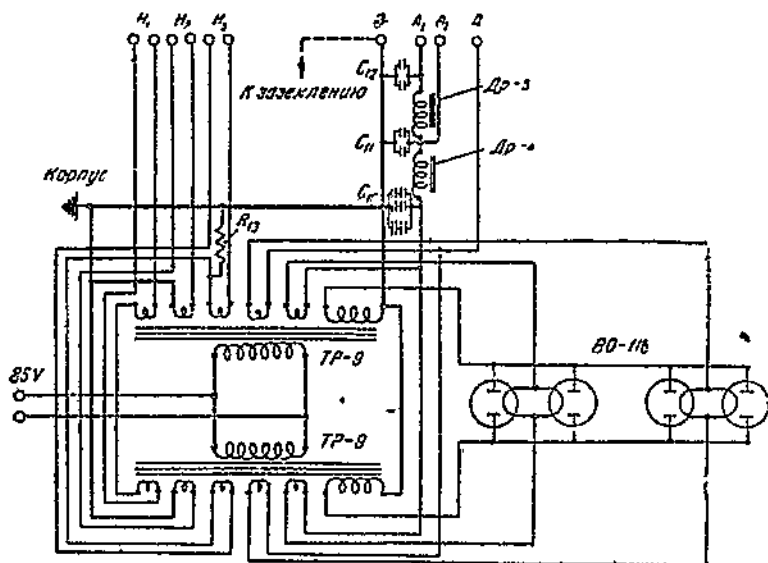
Карта режимов усилителя У-1 (УЗК-1)

1. Анодное напряжение на предварительных каскадах . . . 270 В
2. Анодный ток предварительных каскадов 15 мА
3. Напряжение на фотоэлементах 240 В
4. Анодное напряжение на оконечном каскаде 280 В
5. Напряжение смещения на лампах УО-104 около — 40 В
6. Напряжение накала ламп усилителя 4 В

Электроакустические данные усилителя У-1 (УЗК-1)

1. Входное напряжение 1,5 мВ
2. Мощность усилителя 5 Вт
3. Уровень помех (самого усилителя) — 40 дБ
4. Климфактор на частоте 80 Гц 8%
5. Климфактор на частоте 1000 Гц 4%
6. Частотная характеристика от 80 до 8000 Гц

Выпрямитель В-2 (ВЗК-2). Конструктивно оформлен (рис. 177) аналогично усилителю и состоит из низкого шасси, сверху которого размещены детали (дроссели и трансформаторы) и лампы; внутри шасси размещены мелкие детали и сделан соединительный монтаж. Сбоку шасси — клеммы, служащие для подсоединения нагрузки и питания. В целях защиты от механических повреждений шасси выпрямителя В2 (ВЗК-2) снаружи закрывается кожухом-экраном (габариты 430 × 252 × 209), отверстие которого образует вместе с шасси нишу, в которой установлены кенотроны; снизу шасси выпрямитель имеет выдвижное дно. Расположение деталей и ламп на шасси выпрямителя В-2 (ВЗК-2) представлено на рис. 177. Монтаж внутри выпрямителя так же, как и в усилителе, сделан в инвой прямоугольного сечения, окрашенной в цвета, аналогичные цветам шипок усилителя (в зависимости от назначения цепи).



2) накала лампы третьего каскада — «H₂»; 3) накала ламп «H₁» оконечного каскада; 4) накала кенотронов первого выпрямителя; 5) накала кенотронов второго выпрямителя; 6) повышающая.

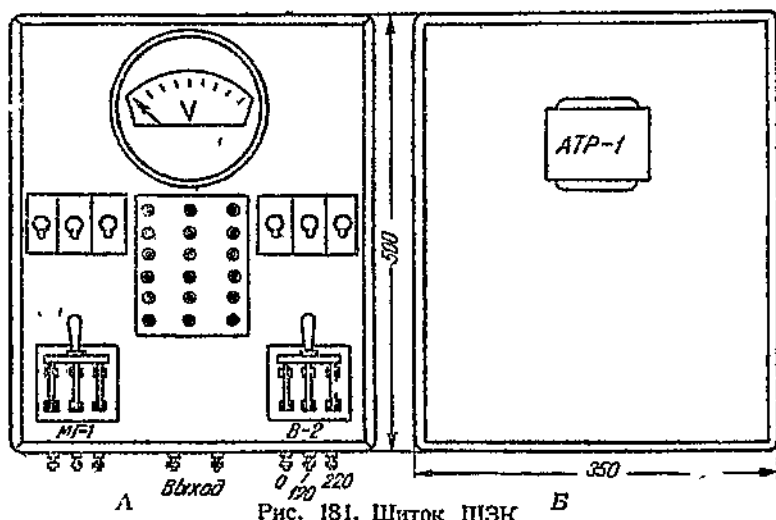


Рис. 181. Щиток ЩЗК
А — вид спереди; Б — вид сбоку

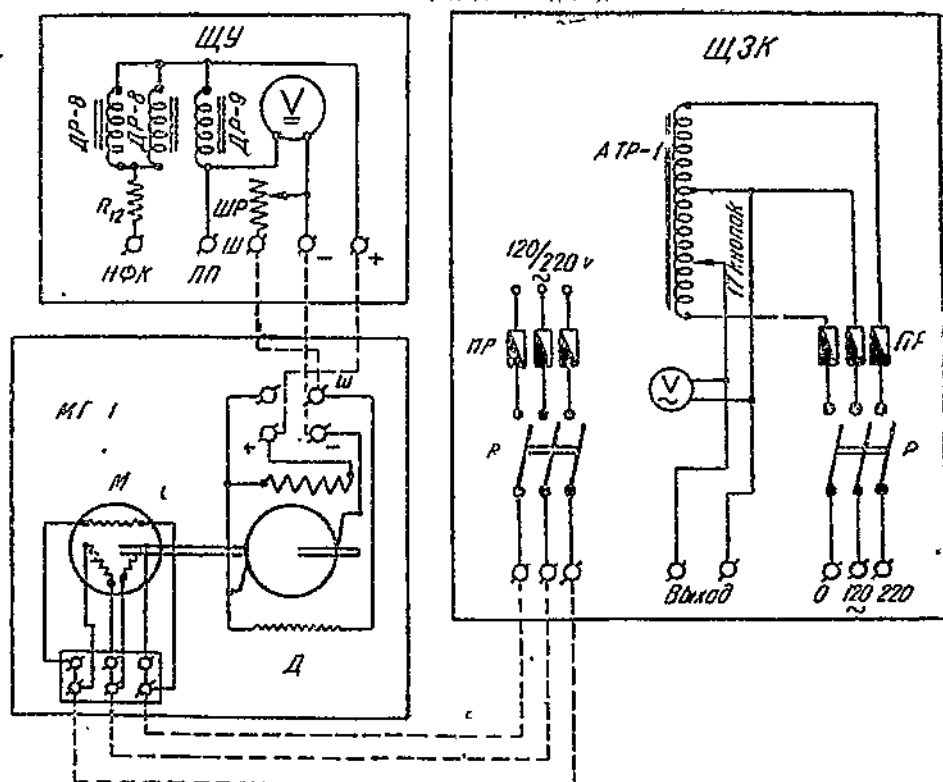


Рис. 182. Схемы щитков ЩЗК и ЩУ, мотор-генератора МГ-1

Интересно отметить, что хотя аноды всех четырёх кенотронов питаются от общей повышающей обмотки, но благодаря тому, что нити накалов двух групп кенотронов питаются самостоятельно от отдельных накаливающих обмоток, мы имеем как бы два от-

Спецификация к схеме выпрямителя В-2 (ВЗК-2)

Условное обозначение на схеме	Наименование	Данные	Количество
ВО-116	—	См. главу I	4
ТР-9	Трансформатор силовой	$\left. \begin{array}{l} \text{I} - 210 \text{ витков ПЭ } \varnothing 1,0 \\ \text{II} - 910 \text{ витков ПЭ } \varnothing 0,41 \\ \text{II-a} - 2 \times 5 \text{ витков ПБД } \varnothing 1,4 \\ \text{II-b} - 5 \text{ витков ПБД } \varnothing 1,4 \\ \text{II-г} - 5 \text{ витков ПБД } \varnothing 1,3 \\ \text{II-д} - 5 \text{ витков ПБД } \varnothing 1,0 \end{array} \right\}$	2
ДР-4	Дроссель	5500 витков ПЭ $\varnothing 0,3$	1
ДР-5	» »	5400 витков ПЭ $\varnothing 0,2$	1
R ₁₃	Сопротивление	250 Ω никелин голый $\varnothing 0,3$	1
C ₁₀₋₁₃	Конденсатор	2 μF 400 V	10

Карта режимов В-2 (ВЗК-2)

1. Напряжение, подводимое к клеммам	85 V
2. Мощность, потребляемая В-2 (ВЗК-2)	290 W
3. Напряжение накала кенотронов	3,8—4V
4. Напряжение на клеммах H_1	4 V
5. Напряжение на клеммах H_2	4 V
6. Напряжение на клеммах H_3	4 V
7. Выпрямленное напряжение на клеммах A_2 и 3	280 V
8. Выпрямленное напряжение на клеммах A_1 и 3	270 V
9. Падение напряжения на дросселе ДР-5	10 V
10. Выпрямленное напряжение на клеммах Д и 3	240 V
11. Полный ток нагрузки в цепи клемм Д и 3 (ток возбуждения громкоговорителей)	200 mA
12. Полный ток нагрузки в цепи клеммы A_2 (ток окончного каскада)	160 mA
13. Полный ток нагрузки в цепи клеммы A_1	15 mA
14. Полный ток нагрузки на выпрямитель (выпрямитель, питающий анодные цепи)	175 mA

Спецификация к схеме щитка ЩЭК и ЩУ, мотор-генератора МГ-1

Условное обозначение на схеме	Наименование	Данные	Колич.	Входит в аппарат
АТР-1	Автотрансформатор	$\left\{ \begin{array}{l} 235 \text{ витков ПЭ } \varnothing 1,0 + 195 \text{ витков ПЭ } \varnothing 0,8 + 10 \times 5 \text{ витков ПБД } \varnothing 1,3 + 6 \times 6 \text{ витков ПБД } \varnothing 1,3 \end{array} \right\}$	1	ЩЭК
R	Рубильник	3-полюсный до 35 A	2	ЩЭК
V	Вольтметр	ЭМ до 250 V	1	ЩЭК
ПР	Предохранитель Миньон	4A	6	ЩЭК
ДР-8	Дроссель	1500 витков ПЭ $\varnothing 0,41 \times 2$	2	ЩУ
ДР-9	»	390 витков ПЭ $\varnothing 1,1$	1	ЩУ
ШР	Шунтовый реостат	50 Ω никелин $\varnothing 0,55$	1	ЩУ
R ₁₂	Сопротивление	4 Ω никелин голый $\varnothing 0,8$	1	ЩУ
V	Вольтметр	ДМ до 30 V	1	ЩУ
Д	Динамо	19 V 75 W	1	МГ
М	Мотор	3-фазный 127/220 V 0,25 kW	1	МГ

дельных выпрямителя. Один из них питает анодные цепи усилителя, а другой питает обмотки возбуждения громкоговорителей. В цепь первого выпрямителя включен фильтр, состоящий из дросселей ДР-4 и ДР-5 и трёх групп конденсаторов (C_{10} , C_{11} и C_{12}). Выпрямленное напряжение для питания оконечного каскада снимается после дросселя ДР-4 с клемм A_2 и 3, а для питания предварительных каскадов лампы фотокаскада и фотозащитных элементов — с клемм A_1 и 3.

Обмотки возбуждения громкоговорителей присоединяются к клеммам выпрямителя Д и 3. Клемма 3 кроме того соединяется с заземлением.

Щиток ЩЗК (рис. 181). Конструктивно оформлен в виде металлической панели, снаружи которой расположены рубильники (левый — для пуска МГ, а правый — для включения ВЗК-2), предохранители, панель с гнездами и вилкой (секции автотрансформатора), вольтметр (V).

На обратной стороне панели щитка расположен автотрансформатор АТР-1 и соединительный монтаж. В основании щитка размещены клеммы. Для свободного доступа к монтажу и для крепления панель щитка имеет четыре ножки, ограничивающие положение панели щитка от стены на 180 мм.

Из схемы рис. 182 мы видим, что к щитку ЩЗК должно быть подведено переменное напряжение 120/220 В (три фазы); через предохранители ЛР и трёхполюсный рубильник Р напряжение подводится к мотору МГ. Кроме того переменный ток напряжением в 120 или 220 В подводится к соответствующим клеммам через трёхполюсный рубильник Р и предохранители ЛР к автотрансформатору АТР-1, назначение которого — поддерживать на первичных обмотках силовых трансформаторов напряжение в 85 В (для чего автотрансформатор имеет соответствующие выводы). Для правильной установки величины напряжения служит электромагнитный вольтметр V, включённый параллельно первичным обмоткам силовых трансформаторов.

В последних типах комплекта ЗК-1 на щитке ЩЗК автотрансформатор заменён реостатом, на котором гасится излишек напряжения (свыше 85 В, необходимых для нормальной работы выпрямителя В-2). В случае напряжения 220 В первичные обмотки ТР-9 включаются последовательно. На этом же щитке смонтированы детали щитка ЩУ, который в этих типах комплекта как самостоятельная единица устранён.

Щиток ЩУ (рис. 182 и 183). В основном служит для управления мотор-генератором МГ. Этот щиток так же, как и щиток ЩЗК, имеет четыре ножки, с помощью которых ЩУ монтируется на стене. При этом панель щитка находится от стены на 180 мм, что позволяет производить осмотр монтажа и деталей, смонтированных за панелью. На

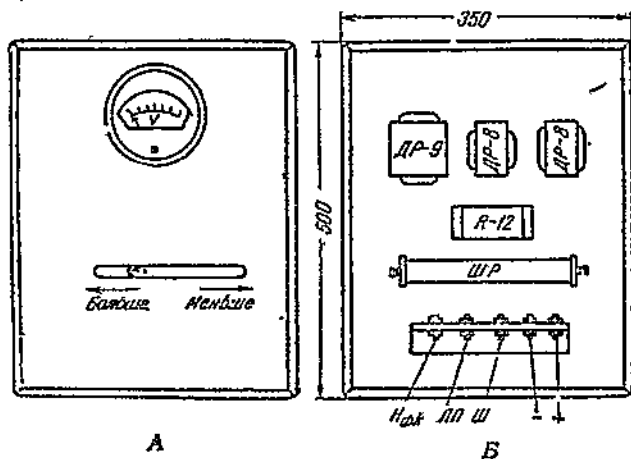


Рис. 183. Щиток ЩУ
А — вид спереди; Б — вид сзади

левой стороне щитка размещены вольтметр (V) и выступает ручка шуптового реостата ШР. С обратной стороны панели размещены сглаживающие дроссели ДР-8 (2 шт.) и дроссель ДР-9, а также добавочное сопротивление R_{12} , включённое в цепь нити накала лампы фотокаскада.

Назначение дросселей — сгладить пульсирующий ток, который даёт динамомашина МГ, иначе при работе усилительного устройства в громкоговорителях будет прослушиваться характерное жужжание (помехи), нарушающее качество воспроизведения.

Назначение добавочного сопротивления R_{12} — погасить излишек напряжения на нити накала лампы фотокаскада.

В нормальных условиях вольтметр V должен показывать 14,5 В (напряжение в цепи лампы просвечивания).

Карта режимов щитка ЩУ

1. Напряжение, подводимое к клеммам щитка, имеющим обозначения «+» и «-» 19 В
2. Напряжение на клеммах «-» и ЛП 14,5 В
3. Напряжение на клеммах «-» и $H_{фк}$ 3,8 В
4. Падение напряжения на дросселе ДР-9 4,5 В
5. Падение напряжения на дросселе ДР-8 15,2 В

Мотор-генератор типа МГ-1. Служит для питания лампы просвечивания (12 В 30 W), последовательно с которой включают реостат на 6Q 2,5—3А. Схема его приведена на рис. 182. Более подробное описание мотор-генератора МГ дано на стр. 94. Описание громкоговорителей РДБ дано на стр. 278.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСИЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ЗК-1. Пуск заранее смонтированной аппаратуры производится в следующем порядке:

1. Рукоятку регулятора громкости P , ставят в среднее положение.
2. Переключатель на микшерском устройстве М-1 (МЗК-1), обозначенный на схеме рис. 178 через КМ, ставят на работу от фотокасиода «плёнка».
3. Рукоятку шунтового реостата (на ЩУ) ставят в среднее положение.
4. Включается левый рубильник с надписью «МГ-1» (щиток ЩЗК); этим самым подводится напряжение к МГ. Вольтметр на щитке ЩУ должен показать какое-то напряжение; включая на одном из проекторов лампу просвечивания и передвигая рукоятку шунтового реостата, доводим показания вольтметра на ЩУ до 14,5 В.
5. Включают правый рубильник с надписью «В-2» (щиток ЩЗК); этим подводится ток к выпрямителю В-2 (ВЗК-2). Перемещая однополюсную вилку по гнездам автотрансформатора (щиток ЩЗК) или перемещая рукоятку реостата (в щитках последнего выпуска комплекта ЗК-1), доводим показания вольтметра V до 85 В.
6. Проверяют, горят ли все нити ламп. Если всё подсоединено и включено правильно, спустя 1—2 минуты в громкоговорителях появится характерное шипение. При пересечении пучка света, падающего на фотозащитный элемент от лампы просвечивания, в громкоговорителях должен появиться характерный щелчок, следовательно, установка готова к действию.

Выключение установки производится в обратном порядке. Об авариях усилительного устройства см. стр. 353.

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ УСИЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ЗК-1: 1) значительный уровень помех (фон), который можно снизить, если в цепь возбуждения громкоговорителей между клеммами З и Д на выпрямителе В-2 включить конденсаторы общей ёмкостью порядка 8—10 μF с испытательным напряжением 600 В; может быть применён электролитический конденсатор С-10 μF с рабочим напряжением 450 В; при этом к клемме Д присоединяется «+» электролитического конденсатора, а его корпус (т. е. «-») соединяется с «землёй»; 2) недостаточная мощность (5 W) при значительных габаритах комплекта; 3) разрозненность комплекта; 4) низкие электроакустические качества громкоговорителей; 5) наличие в комплекте мотор-генератора МГ; 6) в последних типах комплектов ЗК-1 при последовательном включении первичных обмоток силовых трансформаторов ТР-9 (работа при 220 В) последние греются сверх нормы; 7) отсутствие контрольного громкоговорителя.

В заключение укажем, что в случае использования усилителя У-1 (УЗК-1) в качестве предварительного для оконечного блока типа ВУП-30, в последнем следует перемотать входной трансформатор. В этом случае первичная обмотка имеет 196 витков (по 98 витков на каждый каркас) провод марки ПШД $\varnothing 0,5$ мм; вторичная обмотка—3500 витков (по 1750 витков на каждый каркас), провод марки ПШД $\varnothing 0,15$ мм. При намотке первичная обмотка располагается между вторичной.

Первичную обмотку перемотанного трансформатора присоединяют к клеммам 0 и 20 выхода усилителя У-1 (УЗК-1), а вторичную — к сеткам ламп ВУП-30.

УСИЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ТИПА УСУ-9

На основе усилительного устройства типа ЗК-1 и учитывая его недостатки, завод Ленкиппа разработал и изготовлял с 1934 г. по вторую половину 1937 г. усилительную аппаратуру типа УСУ-9 (шифр УСУ-9 обозначает — усилительное устройство мощностью 9 W).

Имея на выходе 9 W неискажённой мощности, УСУ-9 может быть использовано в звуковом кинотеатре со зрительным залом, вмещающим до 600 человек (в зависимости от акустики помещения).

В основном усилительное устройство УСУ-9 предназначено для работы от фотоэлемента, но также может быть использовано для работы от электромагнитного адаптера и угольного микрофона.

В комплект УСУ-9 входит следующая аппаратура: фотокаскад ФЭК-9; регулятор громкости РГ-9; усилитель УЭК-9; выпрямитель ВЭК-9; мотор-генератор МГ-4; щиток управления ЩЭК-9; измерительный прибор переносного типа ПИП; четыре громкоговорителя типа ГЭДЦ-3.

Заводом Ленкина по производственным соображениям и в некоторых случаях по соображениям улучшения работы аппаратуры было разработано и выпускалось четыре варианта, принципиальных схем комплектов УСУ-9.

Вариант 1. СХЕМА УСУ-9 № 1

Фотокаскад ФЭК-9 (схема 1). Оформлен аналогично фотокаскаду Ф-1 (ФЭК-1); данная конструкция пояснений не требует. Расположение деталей внутри ФЭК-9 дано на рис. 184.

Из схемы рис. 185 мы видим, что фотокаскад ФЭК-9 представляет собой однокаскадный усилитель низкой частоты, собранный по схеме на трансформаторе и работающий на лампе ПО-119. Нагрузочным сопротивлением, фотозлемента и одновременно сопротивлением утечки сетки электронной лампы ПО-119 является сопротивление R_1 . Следовательно, применён обычный вид входа. Сопротивление R_2 совместно с конденсатором C_2 выполняет роль развязывающей ячейки, включённой в цепь сетки. Ту же функцию выполняют сопротивление R_3 и конденсатор C_3 , включённые в анодную цепь фотозлемента. Подача напряжения на аноды фотозлемента производится с сопротивле-

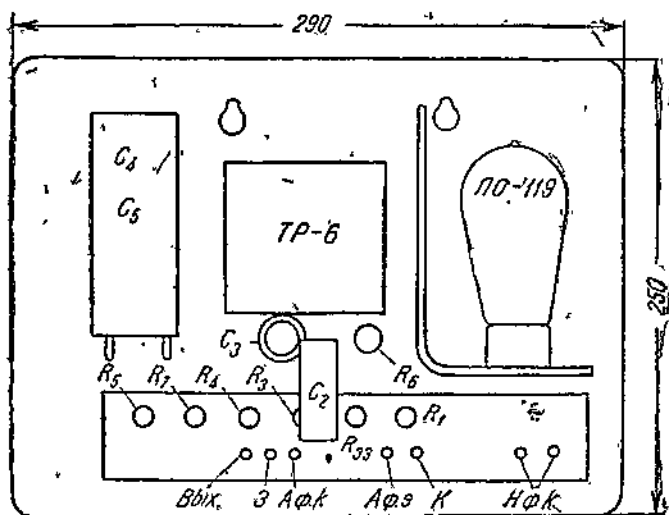


Рис. 184. Расположение деталей внутри фотокаскада ФЭК-9 (схемы III и IV)

ния R_{23} , включённого в плечо делителя, составленного из сопротивлений R_4 и R_{23} , подключённых параллельно клеммам анодного напряжения выпрямителя ВЭК-9. Смещение на сетку лампы ПО-119 осуществляется автоматически за счёт падения напряжения, создаваемого анодным током лампы фотокаскада на сопротивлении R_6 . Питание нити накала лампы фотокаскада осуществляется постоянным током от мотор-генератора МГ-4 через щиток ЩЭК-9. Анодная цепь лампы ПО-119 составлена из первичной обмотки трансформатора ТР-6 и сопротивлений R_5 ; R_7 и R_8 , заблокированных конденсаторами C_4 ; C_6 и C_8 . Эти сопротивления и конденсаторы выполняют роль развязывающих ячеек и дополнительных фильтров анодной цепи лампы фотокаскада. Так же, как и в Ф-1 (ФЭК-1), трансформатор ТР-6 фотокаскада ФЭК-9 работает на понижение; в его вторичную обмотку включён регулятор громкости РГ-9 (через вход усилителя УЭК-9).

Регулятор громкости РГ-9 (рис. 186). Конструктивно оформлен в виде небольшого кожуха, внутри которого на основании его замонтировано сопротивление делителя (потенциометра), отводы которого припаяны к пластинам коллектора, по которому ходят пластины движка. Сверху кожуха выступает ось движка, на которую надевается рукоятка управления. Для крепления гибкого шланга проводов монтажа на основании

регулятора громкости сбоку его размещены два патрубкa, к которым и припаяется гибкий шланг. Пайка является обязательной, иначе может быть нарушена экранировка входной линии.

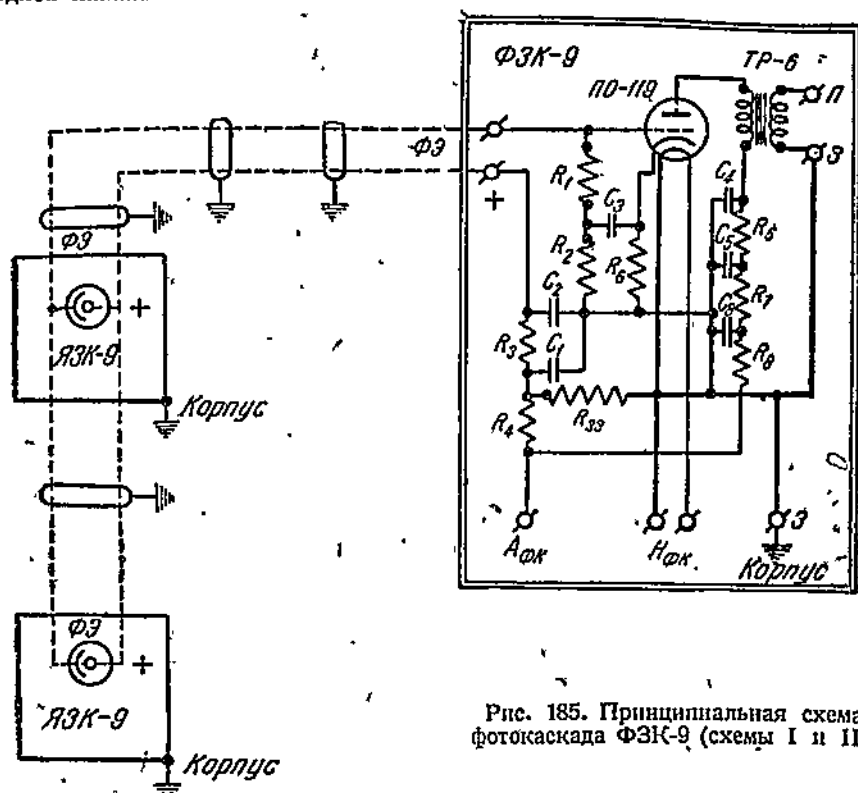


Рис. 185. Принципиальная схема фотокаскада ФЭК-9 (схемы I и II)

Спецификация к схеме фотокаскада ФЭК-9 (схемы I и II)

Условное обозначение на схеме	Наименование	Данные	Количество
ПО-119	Лампа катодная	См. главу I I — 6 000 витков ПЭ Ø 0,1	1
ТР-6	Трансформатор	II — 850 » ПЭ Ø 0,35 Железо Ш-19	1
$R_1; R_2$	Сопротивление Каминского	200 000 Ω	2
$R_3; R_4$	»	100 000 Ω	2
$R_7; R_8$	»	25 000 Ω	2
R_5	»	20 000 Ω	1
R_6	» проволоочное	500 Ω манганин ПШО Ø 0,07	1
R_{33}	Сопротивление Каминского	400 000 Ω	1
$C_1; C_2; C_3; C_4$	Конденсатор	2 μF 600 V	4
$C_5; C_6$	»	2 μF 600 V	2

Регулятор громкости РГ-9 представляет собой ступенчатый делитель напряжения с двадцатью ступенями регулировки, что позволяет изменять снимаемое напряжение в пределах 40 db. Ступени регулировки делителя позволяют изменять напряжение в первых пяти в 1,41 раза, в последующих пяти — в 1,25 раза и в остальных десяти — в 1,18 раза, т. е. на 3; 2 и 1,5 db. Общее сопротивление РГ-9 равно 200Ω.

Применённый в РГ-9 коллектор из-за окисления и плохих контактов может привести при работе усилительного устройства к появлению помех (трески и шорохи), о чём более подробно сказано на стр. 351; там же сказано, как бороться с этими помехами. В целях удобства эксплуатации микрофонный и адаптерный входы перенесены в усилитель УЗК-9.

Усилитель УЗК-9 (рис. 187). Конструктивно оформлен весьма схоже с усилителем У-1 (УЗК-1). На шасси размещены детали и лампы, с боков — клеммы, переключатель цепей входа и штеккерные гнезда, служащие для включения штеккерной вилки шнура контрольно-измерительного прибора, по показаниям которого устанавливается нужный режим. Внутри шасси размещены мелкие детали, микрофонный трансформатор ТР-8 и сделан соединительный монтаж (рис. 189). Монтаж, как и в усилителе У-1 (УЗК-1), сделан шинкой прямоугольного сечения, окрашенной для разных цепей в те же цвета, что и шинки усилителя У-1 (УЗК-1). Для защиты деталей от механических повреждений и внешних электромагнитных и электростатических полей они закрыты экранами-кожухами. Шасси снизу также закрывается привинчиваемым дном. Из этих же соображений на лампу СО-118 первого каскада усилителя УЗК-9 надет съёмный экран.

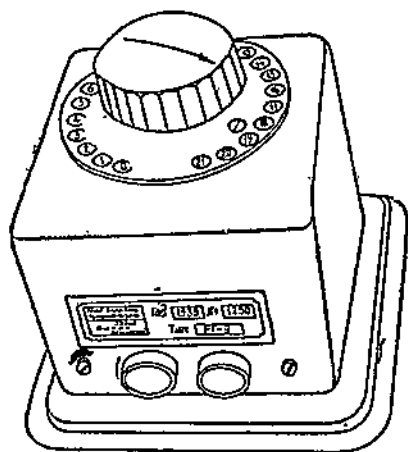


Рис. 186. Общий вид регулятора громкости РГ-9

Из принципиальной схемы (рис. 190) мы видим, что усилитель УЗК-9 представляет собой четырёхкаскадный усилитель низкой частоты; первые три каскада являются каскадами напряжения, а четвёртый — оконечным каскадом.

Вход усилителя осуществлён на трансформаторе Тр-1. К его первичной обмотке может быть подведено переменное напряжение звуковой частоты от одного из трёх первоисточников: а) фотокаскада ФЗК-9; б) угольного микрофона или в) электромагнитного адаптера; подача производится через переключатель ПТ-1 (на три положения) и регулятор громкости. Вторичная обмотка Тр-1 зашунтирована сопротивлением R_9 .

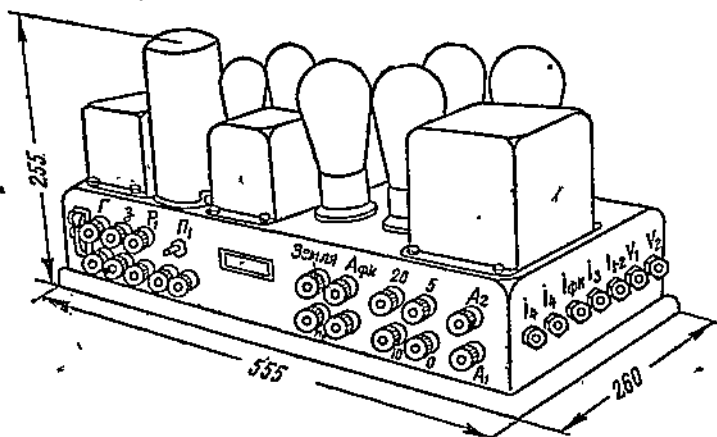


Рис. 187. Общий вид усилителя УЗК-9

Первые два каскада собраны по схеме на сопротивлениях и работают на лампах типа СО-118. Третий каскад собран по комбинированной дроссельно-трансформаторной схеме и работает на лампе ПО-119. Оконечный каскад собран по схеме пуш-пулл и работает на лампах УО-104, по две лампы в каждом плече.

Во всех четырёх каскадах применено автоматическое смещение, раздельное для каждого каскада. В качестве сопротивлений смещения служат сопротивления R_{15} ; R_{16} ; R_{17} и R_{28} , заблокированные конденсаторами C_7 ; C_9 .

Сопротивления R_2 , (которое находится внутри шасси выпрямителя ВЗК-9) и R_{17} не заблокированы конденсаторами вследствие отсутствия в этих сопротивлениях переменной составляющей анодного тока ламп. Сопротивление R_{12} и дроссель Др-1 служат утечкой сетки ламп второго и третьего каскадов. Сопротивления R_{10} , R_{13} , дроссель Др-2 в сочетании с трансформатором Тр-2 и трансформатор Тр-11 служат полезной нагрузкой ламп усилителя.

Конденсаторы C_{12} , C_{13} и C_{14} — переходные конденсаторы.

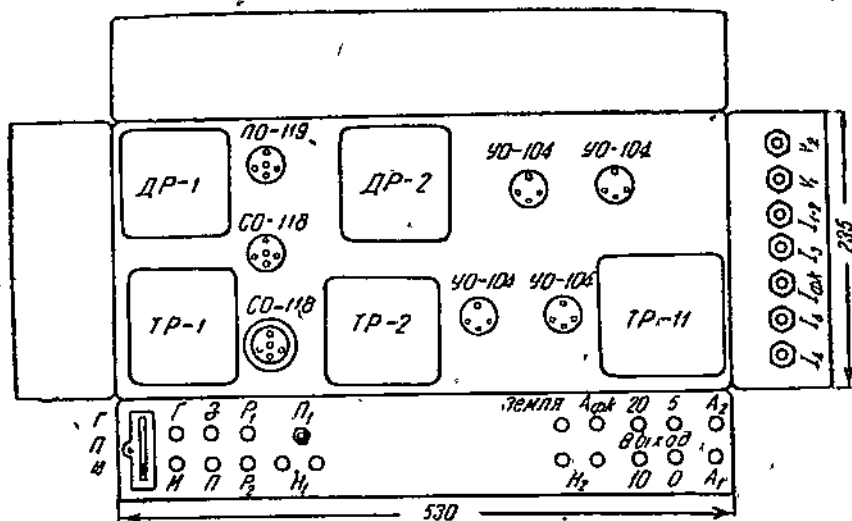


Рис. 188. Расположение деталей и ламп на шасси усилителя УЗК-9

Комбинации из сопротивлений R_{11} , R_{14} и R_{18} и конденсаторов C_6 , C_{10} и C_{11} выполняют роль развязывающих ячеек анодных цепей усилителя и добавочных ячеек фильтра выпрямителя. Сопротивления R_{34} служат для снижения величины напряжения накала лампы СО-118 первого каскада, что несколько снижает уровень помех устройства. Потенциометр «средней точки» Π_2 служит для той же цели снижения помех. Сопротивления R_{21} , R_{22} , R_{23} , R_{24} и R_{25} — шунты к измерительному прибору, включенные параллельно штеккерным гнездам I_{1-2} ; I_3 ; I_4 ; I_5 и I_6 -к, которые служат для включения прибора ПИП при измерении тока. Сопротивление R_{28} включено последовательно с гнездами V_1 — V_2 и является добавочным сопротивлением к прибору при измерении напряжений. Сопротивления R_{19} и R_{20} — шунты к вторичной обмотке трансформатора Тр-2.

Выходной трансформатор Тр-11 усилителя секционирован и позволяет включить внешнюю нагрузку (звуковые катушки громкоговорителей) с сопротивлением в 5; 10 и 20 Ω .

Электроакустические данные усилителя УЗК-9

1. Входное напряжение — 2 мВ.
2. Мощность усилителя 9 Вт при коэффициенте нелинейных искажений:
 - а) на частоте 80 Hz — 7—8%; б) на частоте 1000 Hz — 4,6%.
3. Частотная характеристика от 80 до 8000 Hz при наибольшем отклонении ± 2 db.
4. Уровень помех (самого усилителя) — 40 db.

Выпрямитель ВЗК-9 (рис. 192). Конструктивно оформлен аналогично усилителю и состоит из нижнего шасси, сверху которого размещены детали (дроссели и трансформатор), закрытые железными кожухами, и кенотроны, с боков — клеммы и штеккерное гнездо ВД; внутри шасси размещены мелкие детали и сделан соединительный монтаж. Снизу к шасси привёртывается дно.

Из принципиальной схемы (рис. 195) мы видим, что выпрямитель ВЗК-9 собран по двухполупериодной схеме и работает на кенотронах ВО-116 (2Б-400). Особенностью схемы является наличие двух выпрямителей, использующих общую повышающую обмотку силового трансформатора. Один из выпрямителей служит для питания анодных цепей усилителя, фотокаскада и фотоэлементов и работает на двух кенотронах, к которым от крайних концов повышающей обмотки силового трансформатора Тр-10 подводится высокое напряжение; нить накалов кенотронов (на схеме рис. 195, два крайних правых кенотрона) питается от самостоятельной накальной обмотки, средний вывод

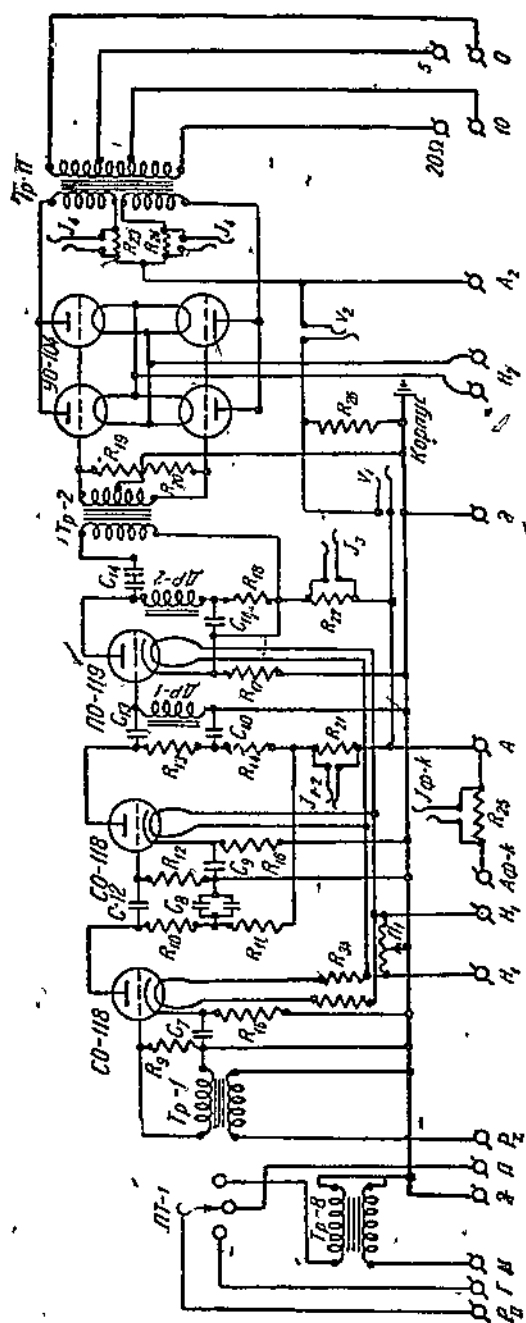


Рис. 190. Принципиальная схема усилителя УЗК-9 (схема 1)

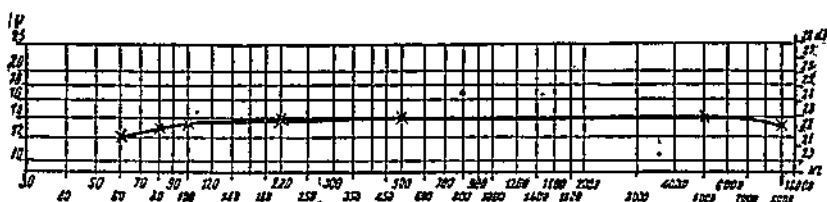


Рис. 191. Частотная характеристика усилителя УЗК-9

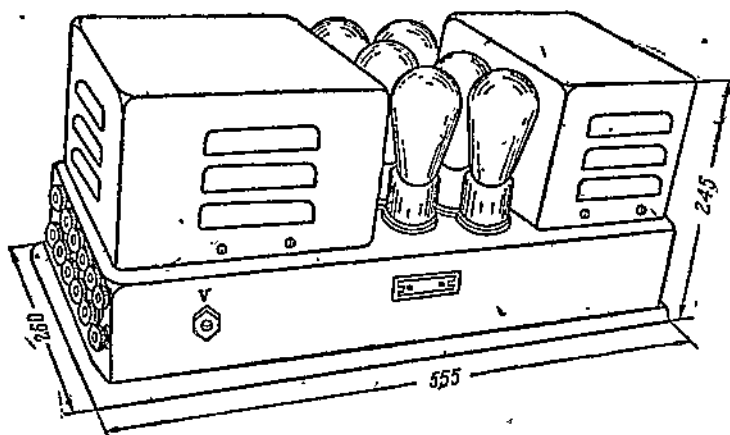


Рис. 192. Общий вид выпрямителя ВЗК-9

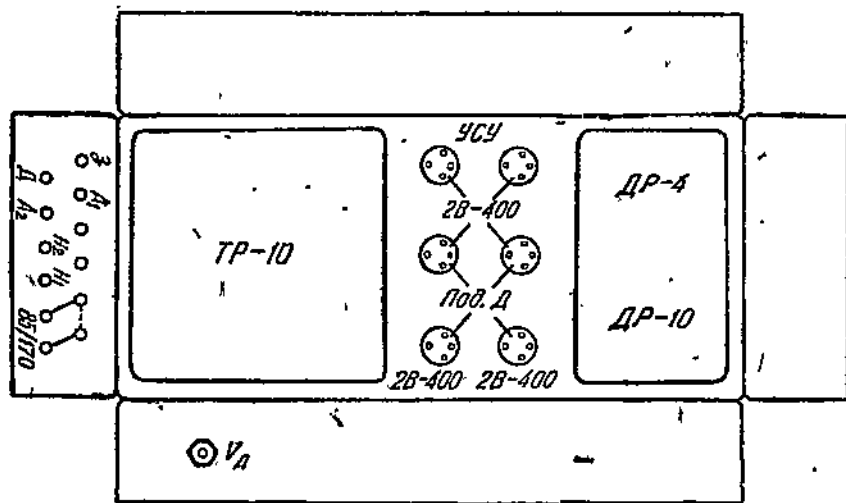


Рис. 193. Расположение деталей и ламп на шасси выпрямителя ВЗК-9

Спецификация к схеме усилителя УЗК-9 (схема I)

Условное обозначение на схеме	Наименование	Данные	Кол-во
ПО-119	Лампа катодная	См. главу I	1
СО-118	»	»	2
УО-104	»	»	4
Тр-1	Трансформатор входной	{ Железо Ш-19 I—850 витков ПЭ Ø 0,35 II—4500 » ПЭ Ø 0,1 }	1
Тр-2 //	Трансформатор переходной	{ Железо Ш-19 I—3000 витков ПЭ Ø 0,1 II—6000 » ПЭ Ø 0,1 (вывод от средней точки)	1
Тр-8	Трансформатор микрофонный	{ Железо Ш-19 I—1800 витков ПЭ Ø 0,2 II—1000 » ПЭ Ø 0,3 }	1
Тр-11	Трансформатор выходной	{ Железо Ш-28 I—2×650 витков ПЭ Ø 0,35 II—52+20+33 витк. ПЭ Ø 1,3 16000 витк. ПЭ Ø 0,1 жел. Ш-19 5400 » ПЭ Ø 0,2 » » }	1
Др-1	Дроссель низкой частоты	100 000 Ω	1
Др-2	»	50 000 Ω	1
$R_9; R_{19}; R_{20}$	Сопротивление Калминского	200 000 Ω	1
$R_{10}; R_{11}; R_{12}; R_{14}$	»	10 000 Ω	1
R_{13}	»	1 000 Ω	1
$R_{15}; R_{21}; R_{22}; R_{25}$	Сопротивление проволоочное	2 000 Ω манганин ПШО Ø 0,07	2
$R_{16}; R_{18}$	»	500 Ω » ПШО Ø 0,07	1
R_{17}	Сопротивление в цепи накала	0,6 Ω	2
R_{24}	Добавочное сопротивление	30 000 Ω манганин ПШО Ø 0,07	1
R_{26}	Шунт к штепсельн. гнезду I ₄	0,5 Ω манганин Ø 0,35	2
$R_{23}; R_{24}$	Потенциометр	40 Ω	1
C_1	Конденсатор	2 μF 400 V	2
$C_2; C_3$	»	2 μF 600 V	2
$C_{10}; C_{11}$	»	2 μF 600 V	2
C_8	»	0,1 μF 600 V	2
$C_{12}; C_{13}$	»	0,125 μF 1200 V	2
C_{14}	»	Однополюсный на 3	1
ПТ-1	Переключатель тройной		1
$I_1; I_2; I_3; I_4$	Штеккерное гнездо ШГ-2		7
$V_1; V_2; I_4$			
ИФ-к			

которой «+» высокого напряжения соединён с дросселем Др-4 и конденсаторами C_{15} . Дроссели Др-4 и Др-10 совместно с конденсаторами C_{15} ; C_{16} и C_{17} являются ячейками сглаживающих фильтров. После дросселя Др-4 снимается выпрямленное напряжение (клемма A_2) для питания оконечного каскада, а после дросселя Др-10 — выпрямленное напряжение (клемма A_1) для питания предварительных каскадов, фотокаскада и фотоэлементов. Минусом выпрямленного напряжения является средний вывод повышающей обмотки, т. е. провод «земля» (клемма Э).

Второй выпрямитель, работая на четырёх кенотронах 2В-400 (ВО-116), накал которых питается от самостоятельной обмотки, работает от части повышающей обмотки трансформатора Тр-10. Он служит для питания обмоток возбуждения громкоговорителей, присоединяемых к клеммам З и Д. В целях контроля напряжения возбуждения громкоговорителей служит штеккерное гнездо V_1 , в которое включается штеккерная вилка прибора ПИП (последовательно с гнездом включено добавочное сопротивление R_{26}). Для питания нитей накала ламп усилителя на силовом трансформаторе выпрямителя имеются две самостоятельные накальные обмотки, из которых одна служит для питания ламп предварительных каскадов (клеммы H_1), а другая — для питания ламп оконечного каскада (клеммы H_2). От последней обмотки сделан средний вывод, который через сопротивление R_{18} смещения оконечного каскада соединяется с «землёй». Пер-

вичная обмотка силового трансформатора Тр-10 выпрямителя ВЗК-9 разбита на две секции, включаемые в параллель при напряжении 85 В и последовательно при напряжении 170 В.

Мотор-генератор МГ-4. Входит в комплект УСУ-9. Был описан на стр. 94 в главе «Источники питания».

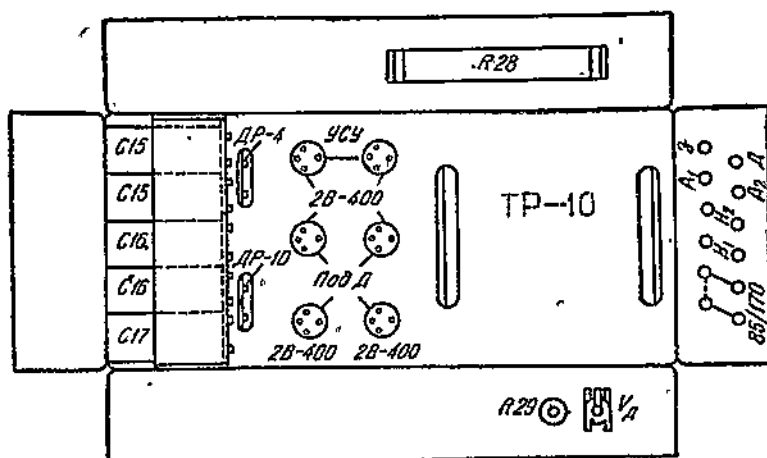


Рис. 194. Расположение деталей внутри шасси выпрямителя ВЗК-9

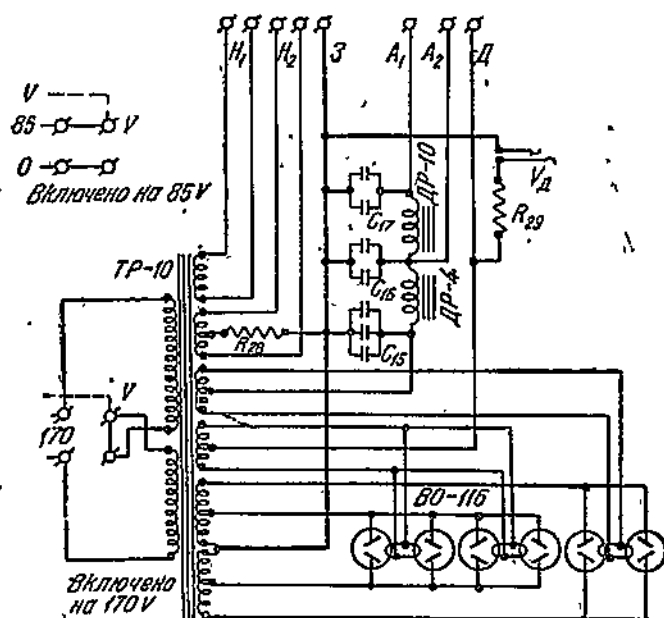


Рис. 195. Принципиальная схема выпрямителя ВЗК-9 (схемы I, II и III)

Щиток ЩЗК-9 (рис. 196). Напоминает конструкцию щитка ЩЗК комплекта усиленной аппаратуры ЗК-1. Его отличительной особенностью является сосредоточение всех органов управления мотор-генератором МГ-4 и выпрямителем ВЗК-9, а также сглаживающих фильтров цепей питания лампы просвечивания и нити накала лампы фотокада ФЗК-9.

Из принципиальной схемы щитка ЩЗК-9 (рис. 197) мы видим, что переменное напряжение сети с напряжением 120/220В подводится через предохранители к трём полюсам рубильнику РУ-4 (на щитке ЩЗК-9 левый рубильник) и далее к мотору

Спецификация к схеме выпрямителя ВЗК-9 (схемы I, II и III)

Условное обозначение на схеме	Наименование	Данные	Количество
2В-400 (В0-116)	Лампа катодная	См. главу I	6
Тр-10	Трансформатор силовой	Железо Г-50 I—2×170 витков ПБД Ø 1,2 II—2×570+160 вит. ПЭ Ø 0,55 IIa—2×4 витка ПБД Ø 2,26 IIb—8 витков ПБД Ø 1,6 IIc—2×4 витка ПБД Ø 1,6 IId—2×4 » ПБД Ø 1,6	1
Др-4	Дроссель низкой частоты	5 500 витков ПЭ Ø 0,3	1
Др-10	» » »	9 000 » ПЭ Ø 0,25	1
R ₂₈	Сопротивление	425 Ω никелин голый Ø 0,2	1
R ₂₉	Добавочное сопротивление	30 000 Ω марганец, ПШО Ø 0,07	1
C ₁₅	» »	1 μF 1 000 V	3
C ₁₆ ; C ₁₇	» »	2 μF 600 V	2
V _д	Штеккерное гнездо	—	1

мотор-генератора МГ-4. В свою очередь от динамо мотор-генератора МГ-4 к шитку ЩЗК-9 подходят три конца — плюс, шунт и минус. Клемма III соединяется через предохранитель *ПР*, дроссели Др-9 (цепь лампы просвечивания) и Др-8 (цепь нити накала лампы фотокаскда) соединяются с лампой просвечивания и лампой фотокаскда. Вторые концы этих потребителей соединены с минусом динамо МГ-4. Для измерения величины тока питания лампы просвечивания в её цепь включено штеккерное гнездо *I_{лп}*, параллельно которому включено сопротивление шунта *R₃₀*. Для подбора нужной величины напряжения на нити накала лампы фотокаскда в её цепь (плюсовой провод) включено сопротивление *R₃₁*.

Кроме того сеть переменного тока через предохранители (правая группа предохранителей на шитке ЩЗК-9) и рубильник РУ-5 подводится через реостат *РРС* и добавочное сопротивление *R₃₂* к выпрямителю ВЗК-9. В том случае, когда в сети напряжение составляет 120V, последовательно с первичной обмоткой силового трансформатора Тр-10 (в этом случае первичные обмотки включаются в параллель) включается только реостат *РРС*; выпрямитель в этом случае подключается к клеммам 0 и 85. В том случае, когда в сети напряжение составляет 220 V, последовательно с первичной обмоткой трансформатора Тр-10 (в этом случае первичные обмотки включаются последовательно) включается и реостат *РРС* и добавочное сопротивление *R₃₂*; выпрямитель в этом случае подключается к клеммам 0 и 170. Для подбора нужного режима на первичной обмотке трансформатора Тр-10 параллельно одной из половин этой обмотки включён электромагнитный вольтметр (V140).

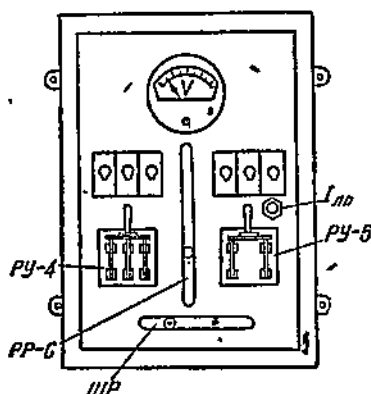


Рис. 496. Шиток ЩЗК-9

Измерительный прибор ПИП (рис. 198). Переносный измерительный прибор (ПИП) служит для контроля за режимом цепей как усилителя, так и выпрямителя. Система прибора — магнитоэлектрическая. Прибор рассчитан на 15 мА при 75 мV и может быть включён с помощью штеккерной вилки и шнура в одно из штеккерных гнезд, зашунтированных соответствующими шунтами или снабжённых добавочными сопротивлениями и расположенных на шасси усилителя, выпрямителя или же на шитке. Такая система контрольно-измерительной аппаратуры позволяет пользоваться одним прибором, производя им измерения без каких-либо переключений, что в условиях эксплуатации чрезвычайно удобно. В зависимости от того, в какое штеккерное гнездо включён прибор, он будет показывать ту или иную величину тока или напряжения; поэтому необходимо, с одной стороны, знать, что в данный момент измеряют прибором, а во-вторых, нужно знать цену делений шкалы прибора. Около ка-

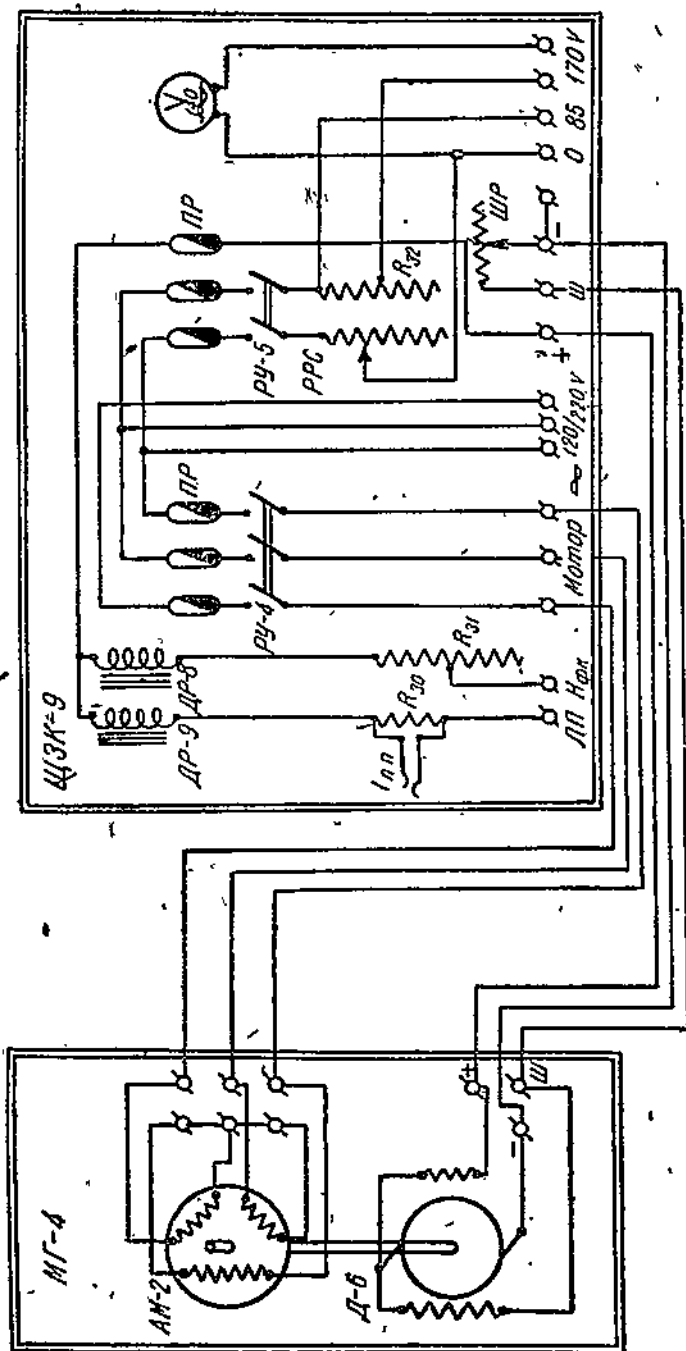


Рис. 197. Схемы мотор-генератора МГ-4 и щитка управления ЩЗК-9 (схемы I, II, III и IV)

Спецификация к схеме щитка ЩЗК-9 (схема I и II)

Условное обозначение на схеме	Наименование	Данные	Кол-во
ДР-8	Дроссель	1200 витков ПЭ Ø 0,7	1
ДР-9	»	340 » ПЭ Ø 1,2	1
R ₃₀	Шунт к штепсельн. гнезду I _{эл}	0,015 Ω манганин Ø 1,8	1
R ₃₁	Сопротивление	3 Ω никелин Ø 0,5	1
R ₃₂	»	19 Ω 2d никелин голый Ø 0,8	1
РРС	Реостат регул. сетевой	14 Ω 3,5А » Ø 1	1
РУ-4	Рубильник	Трёхполюсный	1
РУ-5	»	Двухполюсный	1
ПР	Предохранитель	«Миньон» 6 А 250 В	6
V	Вольтметр	ЭМ до 140 В	1
Шр	Шунтовой реостат	70 Ω 0,6 А никелин Ø 0,4	1
I _{эл}	Штеккерное гнездо	—	1

Каждого штеккерного гнезда стоит обозначение, указывающее, в какой цепи и что именно измеряется. Сказанное поясняется табл. 25. На приборе вдоль шкалы имеется четыре ряда цифр: верхний ряд соответствует шкале на 4,5 А; второй ряд — шкале на 150 мА; третий — на 15 мА и четвёртый — шкале на 450 В.

Таблица 25

Значение измеряемых величин

Измеряемая величина	Нормальное значение	Обозначение штеккерного гнезда на схеме	Шкала прибора ПИП
Анодное напряжение оконечного каскада	320 В	V ₂	450 В
Анодное напряжение предварительного усилителя	310 В	V ₁	450 В
Напряжение питания обмоток возбуждения	220 В	V _Д	450 В
Анодный ток плеча оконечного каскада	65 мА	I _А	150 мА
Анодный ток третьего каскада	10—12 мА	I ₃	15 мА
Сумма анодных токов первых двух каскадов	3—4 мА	I ₁₋₂	15 мА
Сумма анодного тока фотокаскада и тока, потребляемого делителем	5—6 мА	I _{ФК}	15 мА
Ток лампы просвечивания	2,5 А	I _{эл}	4,5 А

Приборы ПИП заводом Ленкиппа выпускались двух типов — большой (рис. 198) и малый (рис. 221).

ВНИМАНИЕ!! Включение измерительного прибора ПИП в иные цепи, кроме штеккерных гнезд усилителя, выпрямителя и щитка, ведёт к его гибели.

Громкоговорители ГЭДД-3. Описание их приведено на стр. 276.

Из описания устройства УСУ-9 видно, что основными отличиями этого комплекта, по сравнению с комплектом ЗК-1 являются: 1) увеличенная мощность, 2) наличие контрольно-измерительной аппаратуры.

В заключение разбора отдельных элементов, входящих в комплект схемы УСУ-9 № I, приведём самую схему УСУ-9 № I.

Из рис. 199 мы видим, что отдельные элементы схемы обозначены в виде квадратов (например ФЗК-9, УЗК-9 и т. д.), внутри которых размещены клеммы, снабжённые соответствующими надписями. Все элементы схемы УСУ-9 № I показаны в необходимом между ними соединении. При монтаже усилительного уст-

ройства УСУ-9 нужно придерживаться этой схемы, обращая особое внимание на последовательность заземления (о последовательности заземления смотри в разделе «Выбор, установка и регулировка усилительной аппаратуры», стр. 335) и экранировку и размещение проводов по отношению друг к другу (заключение проводов в общую броню-экран).

Вариант 2. СХЕМА УСУ-9 № II

Фотокасад. Имеет схему, ничем не отличающуюся от схемы фотокасада для схемы УСУ-9 № I (см. рис. 185 и спецификацию к этой схеме).

Регулятор громкости. Имеет те же данные и устройство, что и в схеме УСУ-9 № I.

Усилитель УЗК-9 (рис. 200). Имеет некоторое отличие от УЗК-9 схемы УСУ-9 № I, а именно:

- 1) наличие в цепи катода лампы СО-118 второго каскада блокировочного конденсатора $C_9 = 4\mu F$ (вместо $C_9 = 2\mu F$ в схеме УСУ-9 № I);
- 2) отсутствие ячейки развязки в аноде лампы СО-118 второго каскада (в схеме УСУ-9 № I эта ячейка составлена из сопротивления R_{14} и конденсатора C_{10}).

Данные деталей рис. 200 сведены в спецификацию к рис. 190. Электроакустические данные — одни и те же для схем УСУ-9 № I и № II.

Выпрямитель ВЗК-9. Одинаков как для схемы УСУ-9 № I, так и для схемы УСУ-9 № II.

Умформер МГ-4 и щиток ЩЗК-9. Имеют схемы УСУ-9 № I и № II, одинаковые между собой. То же относится к измерительному прибору ПИП.

На рис. 199 дана схема комплекта УСУ-9 № II.

Вариант 3. СХЕМА УСУ-9 № III

Фотокасад ФЗК-9 (рис. 201). Отличается от фотокасада ФЗК-9 схемы УСУ-9 № I и № II следующим:

- 1) иначе включены фотоэлементы к клеммам фотокасада;
- 2) отсутствует развязка в цепи сетки лампы фотокасада (нет сопротивления R_2 , имеющегося в схемах УСУ-9 № I и № II);

- 3) наличие в анодной цепи лампы фотокасада лишь двух ячеек развязки (отсутствуют со-

противление R_8 и конденсатор C_8 , имеющиеся в схемах УСУ-9 № I и № II. Данные деталей рис. 201 сведены в спецификацию к рис. 185.

Регулятор громкости РГ-9. Аналогичен РГ-9 схемы УСУ-9 № II

Усилитель УЗК-9 (рис. 202). Отличается от усилителя УЗК-9 схемы УСУ-9 № II следующим: 1) наличием дополнительной ячейки развязывающего фильтра в анодной цепи лампы СО-118 первого каскада (сопротивление R_{11} и конденсатор C_9); 2) наличием в цепи катода конденсатора $C_9 = 2\mu F$ вместо $C_9 = 4\mu F$ для схемы УСУ-9 № II; 3) наличием в анодной цепи лампы СО-118 второго каскада развязывающей ячейки (сопротивление $R_{14} = 50\ 000\ \Omega$ и конденсатор $C_{10} = 2\mu F \cdot 600\ V$); 4) наличием в первичной цепи переходного трансформатора Тр-2 сопротивления R_{35} . Назначение сопротивления R_{35} — увеличить затухание резонансного контура первичной обмотки трансформатора Тр-2. Сделано это с целью устранения пика на резонансной частоте.

Данные деталей рис. 202 сведены в спецификацию к рис. 190.

Выпрямитель ВЗК-9. Одинаков как для схем УСУ-9 № I и № II, так и для схемы УСУ-9 № III

Мотор-генератор МГ-4, щиток ЩЗК-9 и измерительный прибор ПИП. Имеют одинаковые схемы для всех трех вариантов УСУ-9.

На рис. 203 дана схема комплекта УСУ-9 № III.

Вариант 4. СХЕМА УСУ-9 № IV

Фотокасад ФЗК-9 (рис. 201). Не имеет отличия от ФЗК-9 схемы УСУ-9 № III.

Регулятор громкости, усилитель УЗК-9, мотор-генератор МГ-4, щиток ЩЗК-9. Не отличаются от перечисленных элементов схемы УСУ-9 № III.

Выпрямитель ВЗК-9 (рис. 204). Отличается от выпрямителя ВЗК-9 схемы УСУ-9 № III следующим:

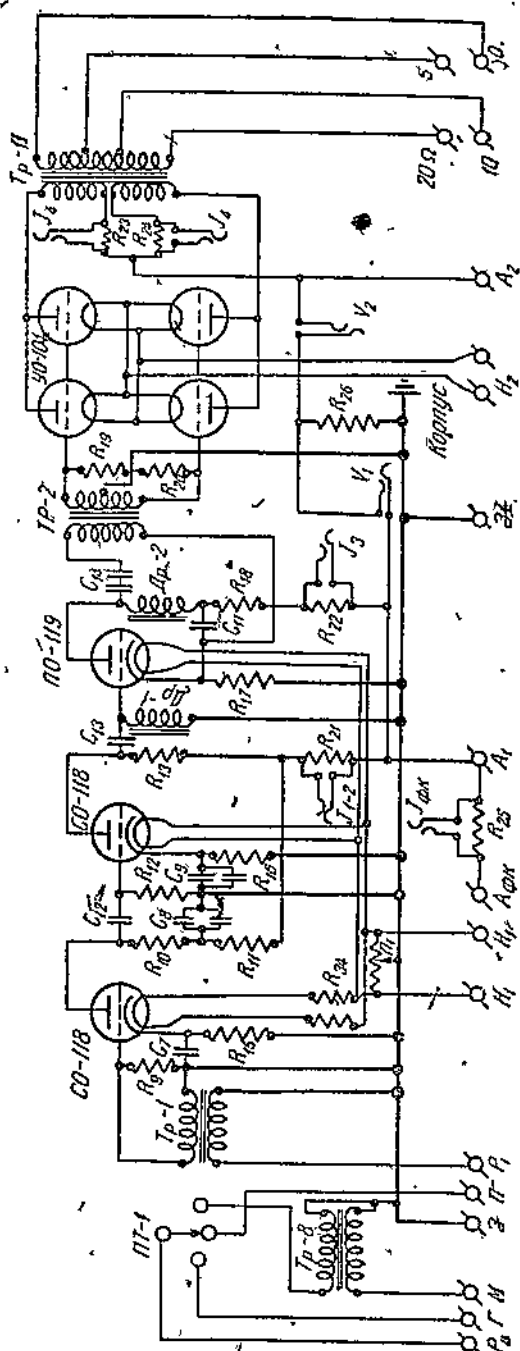


Рис. 200. Принципиальная схема усилителя УЗК-9 (схема II)

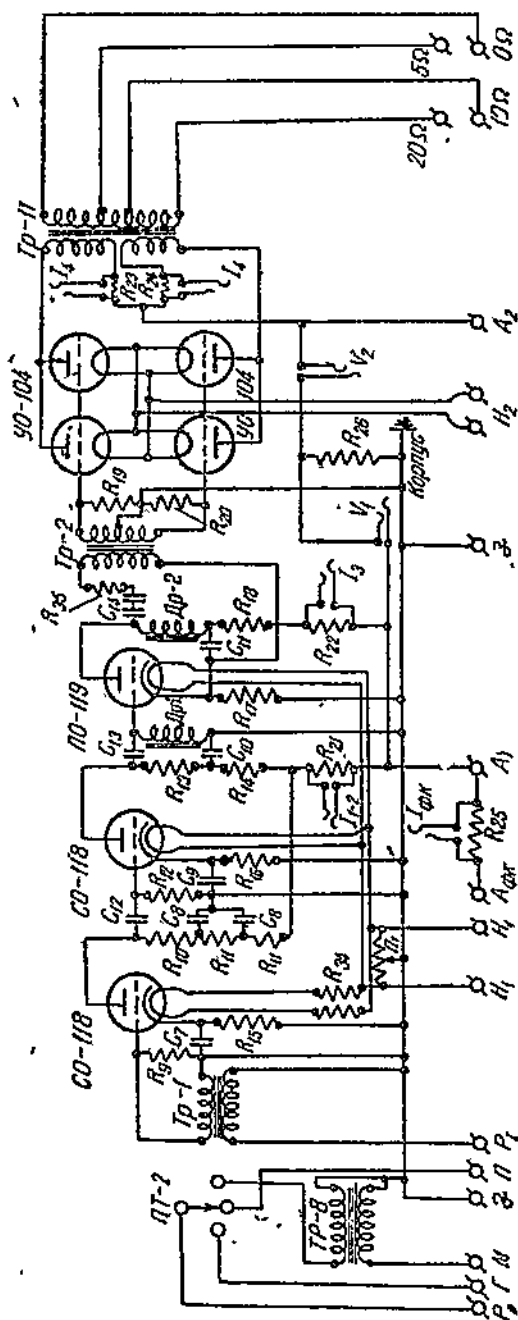


Рис. 202. Принципиальная схема усилителя УЗК-9 (схема III и IV)

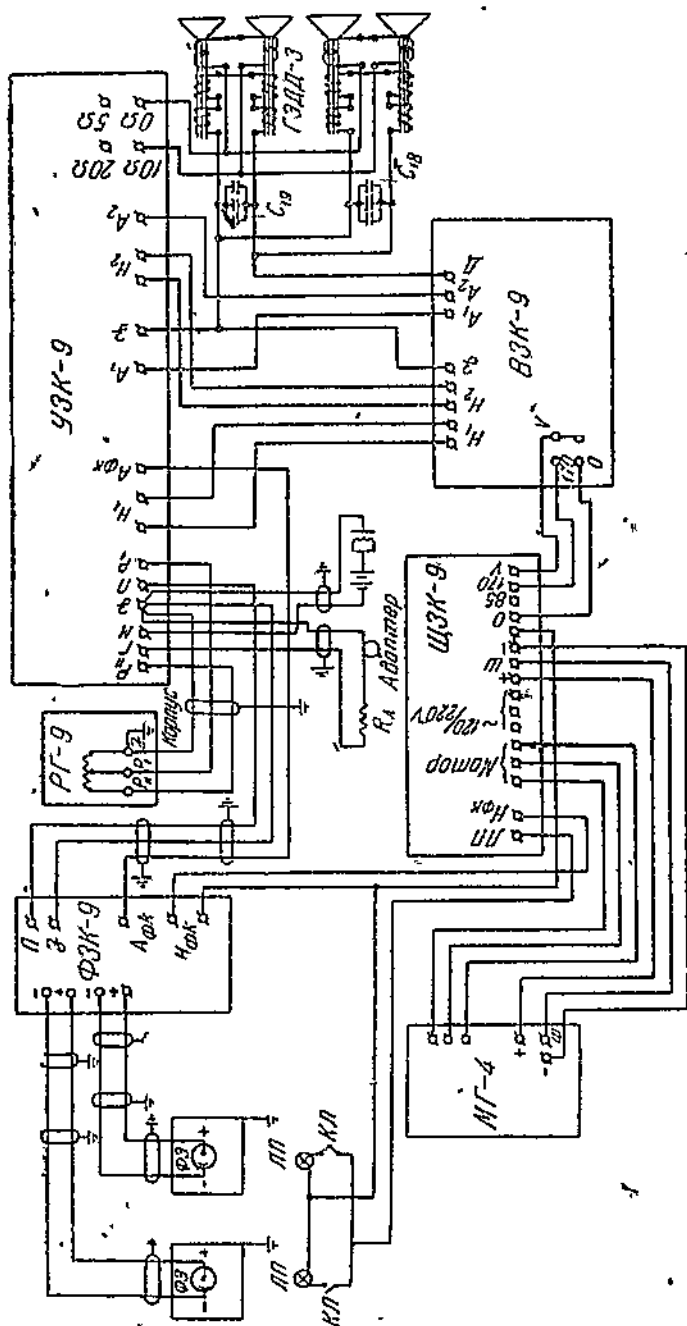


Рис. 203. Схема соединений УСУ-9 (схемы III и IV)

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ УСИЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА УСУ-9.
К основным недостаткам усилительного устройства УСУ-9 следует отнести: 1) значительный уровень помех (фон, шипение), который (фон) можно несколько снизить, если в цепь возбуждения громкоговорителей между клеммами З и Д на выпрямителе ВЗК-9 включить конденсаторы общей ёмкостью порядка 8—10 μF с испытательным

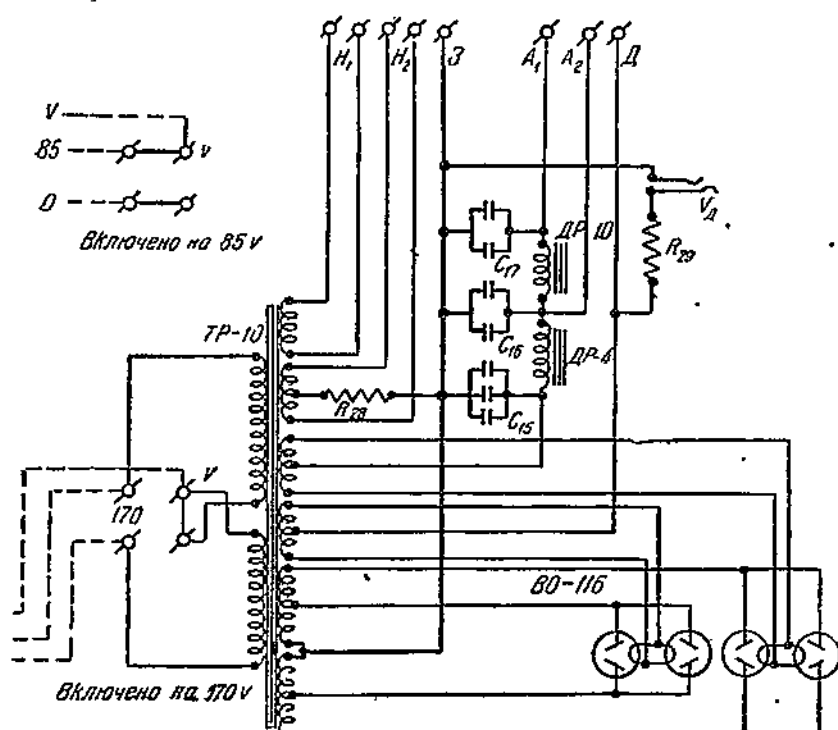


Рис. 204. Принципиальная схема выпрямителя ВЗК-9 (схема IV)
Спецификация к схеме выпрямителя ВЗК-9 (схема IV)

Условное обозначение	Наименование	Данные	Количество
2В-400	Лампа катодная	См. главу I Железо Г-50	4
ТР-10	Трансформатор силовой	I — 2×170 витков ПБД $\varnothing 1,2$ II — 2×570+160 » ПЭ $\varnothing 0,55$ IIIa — 2×4 витка ПБД $\varnothing 2,26$ IIb — 8 » ПБД $\varnothing 1,6$ IIc — 2×4 » ПБД $\varnothing 1,6$ IId — 2×4 » ПБД $\varnothing 1,6$	1
Др-4	Дроссель низкой частоты	5000 витков ПЭ $\varnothing 0,3$ Железо Ш-28	1
Др-10	» » »	9000 витков ПЭ $\varnothing 0,25$ Железо Ш-28	1
R ₂₃	Сопротивление проволочное	425 Ω никелин голый $\varnothing 0,2$	1
R ₂₉	» » »	30000 Ω манганин ПШО $\varnothing 0,07$	1
C ₁₅	Конденсатор бумажный	1 μF 1000 V	3
C ₁₆ ; C ₁₇	» » »	2 μF 600 V	4
V _Д	Штеккерное гнездо	—	1

напряжением 600 V; если для этих целей применяют электролитический конденсатор, то его «+» соединяется с клеммой Д, а его «-», т. е. корпус, с клеммой З; 2) необходимость подбора ламп фотокаскада и первого каскада усилителя и регулировки потенциометра «средней точки» П₁; 3) разрозненность комплекта; 4) наличие в комплекте мотор-генератора МГ-4;

Карта режимов УСУ-9 (для схемы IV)

1. Выпрямитель ВЗК-9

При питании от сети с номинальным напряжением 120 В:

- | | |
|--|--------------|
| а) Напряжение на ВЗК-9 (клеммы 0 — 85) | 85 В |
| б) Ток в цепи ВЗК-9 | около 3,5 А |
| в) Мощность, потребляемая ВЗК | около 300 Вт |

При питании от сети с номинальным напряжением 220 В:

- | | |
|--|--------------|
| а) Напряжение на ВЗК-9 (клеммы 0—170). | 170 В |
| б) Ток в цепи ВЗК-9 | около 1,7 А |
| в) Мощность, потребляемая ВЗК-9 | около 300 Вт |

Режим кенотронного выпрямителя (питающего анодные цепи устройства)

- | | |
|---|--------------|
| а) Напряжение повышающей обмотки | 306×2 В |
| б) Напряжение накала ВО-116 | 4,0 В |
| в) Ток накала ВО-116 | 2×2 А |
| г) Выпрямленное напряжение на конденсаторах фильтра (С-15) | 370 В |
| д) Полный ток нагрузки | около 150 мА |
| е) Падение напряжения на дросселе (ДР-4) | около 40 В |
| ж) Полное напряжение на оконечном каскаде (напряжение на клеммах А-2 и 3) | 320 В |
| з) Анодный ток оконечного каскада | 65×2 мА |
| и) Падение напряжения на дросселе (ДР-10) | 10 В |
| к) Полное напряжение на предварительных каскадах (клеммы А-1 и 3) | 310 В |
| л) Анодный ток предварительных каскадов (измеренный у клеммы А-1) | 22 мА |

Режим кенотронного выпрямителя (питающего обмотки возбуждения громкоговорителей типа ГЭДД-3)

- | | |
|---|--------------|
| а) Напряжение повышающей обмотки | ~285×2 В |
| б) Напряжение накала ВО-116 | 4 В |
| в) Ток накала ВО-116 | 2×2 А |
| г) Выпрямленное напряжение (напряжение возбуждения громкоговорителей при подключённых конденсаторах С-18 и С-19—клеммы Д и 3) | 240 В |
| д) Полный ток нагрузки (ток возбуждения четырёх громкоговорителей типа ГЭДД-3) | около 440 мА |

II. Мотор-генератор МГ-4

Режим мотора типа АМ-2

- | | |
|--|-----------|
| а) Напряжение | 120/120 В |
| б) Мощность | 0,3 кВт |
| в) Потребление тока при полной нагрузке генератора | 2,5/1,4 А |

Режим генератора типа Д-6

- | | |
|-------------------------|-------|
| а) Напряжение | 19 В |
| б) Сила тока | 3,5 А |

III. Цепи ЦЗК-9

- | | |
|---|-------|
| а) Напряжение на клемме «1» | 19 В |
| б) Ток полной нагрузки на генератор Д-6 | 3,5 А |
| в) Падение напряжения на дросселе ДР-9 | 7 В |
| г) Напряжение лампы просвечивания | 12 В |
| д) Ток лампы просвечивания (измеренный в штатном гнезде I _{лн}) | 2,5 А |
| е) Падение напряжения на дросселе ДР-8 | 12 В |
| ж) » » на сопротивлении R ₂₁ | 8 В |

IV. Фотокаскад ФЗК-9

- | | |
|--|--------|
| а) Ток делителя напряжения на фотозлемент (сопротивления R ₄ —R ₂₂) | 0,6 мА |
|--|--------|

б) Напряжение на фотоэлементе	240 В
в) Анодное напряжение Афк	310 В
г) Напряжение на аноде лампы ПО-119	130 В
д) » смещения	2,25 В
е) Расчётное напряжение звуковой частоты с фотоэлемента (на сопротивлении R_1)	около 2,5 мВ
ж) Напряжение звуковой частоты после фотокаскада (на клеммах П и З)	2,5 мВ
з) Анодный ток лампы ПО-119	4,5 мА
и) Напряжение накала лампы ПО-119	3,9 В
к) Ток » » ПО-119	1 А
л) Усиление каскада	1

У. УСИЛИТЕЛЬ УЗК-9

Режим первого каскада УЗК-9

а) Анодное напряжение (на клеммах А-1 и З)	310 В
б) Анодный ток лампы СО-118	1,7 мА
в) Напряжение на аноде СО-118	140 В
г) Напряжение смещения СО-118	-3,4 В
д) » накала (переменный ток) СО-118	3,8 В
е) Ток накала СО-118	1 А
ж) Напряжение звуковой частоты, подводимое к клеммам Р1 и З от фотокаскада, микрофона и адаптера (напряжение входа УЗК-9), необходимых для получения на выходе мощности 9 W	2,5 мВ
з) Напряжение звуковой частоты на сетке СО-118	12 мВ
и) Усиление каскада	около 16

Режим второго каскада УЗК-9

а) Анодное напряжение	310 В
б) Анодный ток лампы СО-118	1,8 мА
в) Напряжение на аноде СО-118	137 В
г) » смещения СО-118	3,6 В
д) » накала СО-118	3,9 В
е) Ток накала СО-118	1 А
ж) Напряжение звуковой частоты на сетке СО-118, необходимое для получения на выходе мощности 9 W	250 мВ
з) Усиление каскада	10—11

Режим третьего каскада УЗК-9

а) Анодное напряжение	310 В
б) Анодный ток лампы ПО-119	10—12 мА
в) Напряжение на аноде ПО-119	около 160 В
г) » смещения ПО-119	5 В
д) » накала ПО-119	3,9 В
е) Ток накала ПО-119	1 А
ж) Напряжение звуковой частоты на сетке ПО-119, необходимое для получения на выходе мощности 9 W	2,5 В
з) Усиление каскада	17

Режим оконечного каскада УЗК-9

а) Анодное напряжение	320 В
б) Анодный ток	65×2 мА
в) Напряжение на анодах УО-104	275 В
г) » смещения УО-104	55 В
д) » накала УО-104	3,9 В
е) Ток накала УО-104	0,7×4 А
ж) Напряжение звуковой частоты на сетках УО-104	около 42,5×2 В
з) Напряжение звуковой частоты на первичной обмотке выходного трансформатора (Тр-11)	95×2 В
и) Напряжение на нагруженном 20-омном выходе	13,4 В
к) Напряжение на нагруженном 10-омном выходе	9,45 В
л) Напряжение на нагруженном 5-омном выходе	6,7 В

Примечание. Напряжения, указанные в пунктах ж, з, и, к, л, соответствуют мощности на выходе 9 W при соответствующей омической нагрузке.

5) отсутствие источника питания микрофона (от общего выпрямителя); 6) ненадежную работу регулятора громкости (появление тресков и щорохов при вращении рукоятки); 7) ненадежную работу переключателя ПТ-1, вызывающую появление тресков и фона (при разрыве цепи); 8) низкое качество громкоговорителей ГЭДД-3; 9) отсутствие контрольного громкоговорителя со своим регулятором громкости.

УСИЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ТИПА УСУ-3

Учтя недостатки УСУ-9, завод Ленкинап создал новую конструкцию, получившую наименование УСУ-3 (усилительное устройство, третья модель). Имея на выходе 9 W мощности, усилительное устройство УСУ-3 может нормально обслужить аудиторию до 650 чел. в зависимости от акустических свойств зала.

В комплект усилительного устройства УСУ-3 входят: 1) фотокаскад ФЭК-3; 2) усилитель УЭК-3; 3) регулятор громкости РГ-3; 4) выпрямитель ВЭК-3; 5) щиток ЩЭК-3; 6) измерительный прибор ПИП и 7) громкоговорители ГДД-8 (2 шт.).

Фотокаскад ФЭК-3. Конструктивно оформлен аналогично фотокаскадам Ф-1 и ФЭК-9, но по схеме от них несколько отличается. В частности фотокаскад ФЭК-3 (рис. 205) собран по схеме на сопротивлениях и работает на лампе СО-118. Этим самым исключен один из аварийных элементов комплекта — трансформатор Тр-6.

Опасение, что переход на реостатную схему выхода фотокаскада вызовет увеличение помех, оказалось, как это показывает опыт эксплуатации, лишённым основания. Большим минусом в комплекте УСУ-9 являлось наличие ламп ПО-119, которые в условиях эксплуатации часто заменялись лампами типа СО-118, чем нарушали нормальную работу каскадов.

В целях снижения помех (шипения) в ФЭК-3 применено пониженное напряжение на фотоэлементах¹⁾ (200 V вместо 240 V); понижение напряжения осуществлено делителем, составленным из сопротивлений 7 и 3; в этих же целях в качестве анодной нагрузки

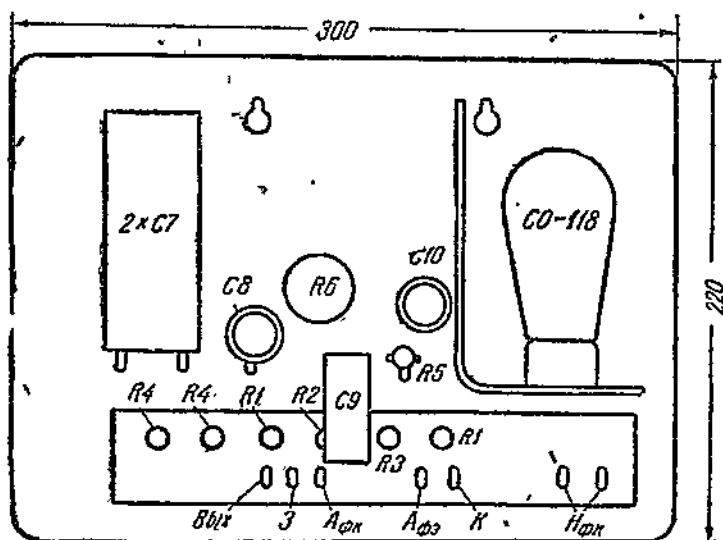


Рис. 205. Расположение деталей в фотокаскаде ФЭК-3

лампы СО-118 фотокаскада применено проволочное сопротивление 6. В схеме (рис. 206) сопротивление 7 выполняет роль нагрузочного сопротивления фотоэлемента и одновременно сопротивления утечки сетки. На сетку лампы СО-118 смещение подаётся автоматически от сопротивления 5, заблокированного конденсатором 10. Связь анодной цепи фотокаскада ФЭК-3 со входом усилителя УЭК-3 осуществляется через переходной конденсатор 8. Роль развязки и дополнительных ячеек фильтров в анодной цепи лампы и фотоэлементов выполняют сопротивления 4 и 2, а также конденсаторы 7 и 9.

Питание нити накала лампы СО-118 фотокаскада осуществляется от тунгрового выпрямителя ВЭК-3 через соответствующие фильтры и делитель, установленные на щитке ЩЭК-3.

О характерных особенностях эксплуатации ФЭК-3 см. ниже:

¹⁾ Рекомендуется применять фотоэлементы чувствительностью $100 \frac{\mu A}{Lm}$.

Включение ФЭК-3 осуществляется горячей пайкой проводов схемы к лепесткам, установленным на специальной расшивочной планке ФЭК-3, к которым подведены провода, соединяющие элементы схемы.

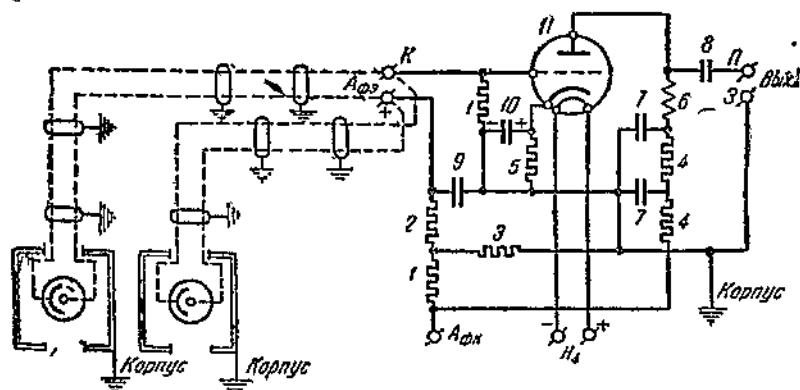


Рис. 206. Принципиальная схема фотокаскада ФЭК-3 (схема № 2).

Спецификация к схеме фотокаскада ФЭК-3 (схемы № 2 и 3)

№ по схеме	Наименование	Данные	Количество
1	Сопротивление Каминского	170 000 Ω	2
2	» »	100 000 Ω	1
3	» »	280 000 Ω	1
4	» »	50 000 Ω	2
5	» »	2 000 Ω ¹⁾	1
6	» » проволочное	{ 10 000 Ω манганин ПШО }	1
7	Конденс. бумажный	2 μF 600 V	2
8	» »	0,05 μF 600 V	1
9	» »	0,18 μF 600 V	1
10	» электролитический	20 μF 15 V рабочее 10V	1
11	Лампа электронная СО-118	См. главу I	1

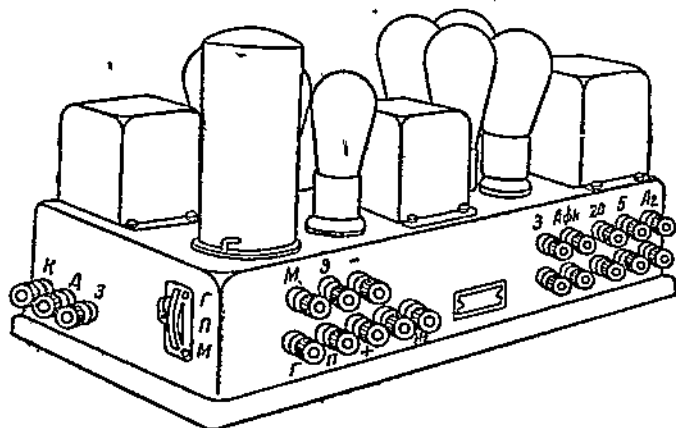


Рис. 207. Общий вид усилителя УЗК-3

Усилитель УЗК-3 (рис. 207). Конструктивно оформлен весьма схоже с усилителем УЗК-9. Он имеет так же, как и УЗК-9, четыре каскада, из которых первые три являются каскадами напряжения, а четвертый — оконечным. Принципиальная схема (рис. 210) УЗК-3 резко отличается от схемы УЗК-9.

¹⁾ Или проволочное.

Усилитель УЗК-3 имеет три входных цепи — с фотокаскада, микрофона и адаптера. Для работы с одного из перечисленных первоисточников на входе усилителя стоит однополюсный переключатель 26. В целях устранения щелчков, прослушиваемых в громкоговорителях, при переключении указанного переключателя 26 в цепь введено сопротивление 3 и конденсатор 15. Подача напряжения звуковой частоты с фотокаскада на вход усилителя производится непосредственно через переключатель 26; при этом входное сопротивление равно 150 000 Ω . Подача напряжения на вход усилителя от адаптера производится через делитель, составленный из сопротивлений 1 и 2; это сделано для того, чтобы на вход усилителя подать лишь часть напряжения (16 мВ вместо 80 мВ), которое развивает адаптер. Входное сопротивление данной цепи равно 50 000 Ω . Наконец, подача с микрофона (тип ММ-2), осуществляется через специальный микрофонный трансформатор. Микрофонный вход усилителя рассчитан на входное сопротивление в 600 Ω с учётом постоянной составляющей микрофонного тока.

Первые два каскада усилителя УЗК-3 собраны по схеме на сопротивлениях и работают на лампах СО-118. Третий каскад собран по реостатно-трансформаторной схеме и работает на двух лампах СО-118, включённых в параллель; это сделано для увеличения мощности каскада и наличия в схеме усилителя однотипных ламп (напомним, что в УЗК-9 в третьем каскаде применена лампа типа ПО-119). Оконечный каскад собран по схеме пуш-пулла и работает на лампах типа УО-104.

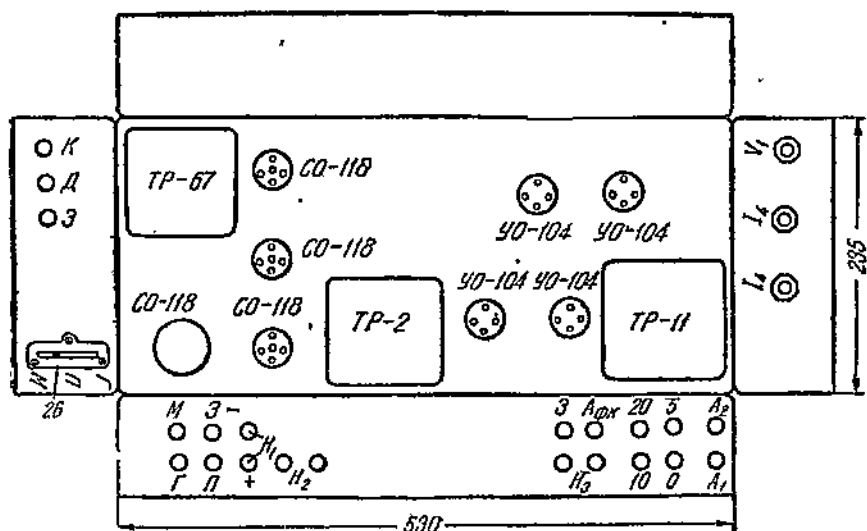


Рис. 208. Расположение деталей и ламп на шасси усилителя УЗК-3 (развёрнутый чертёж)

Основными элементами схемы являются: сопротивления 4, 6, 6, 8 и 10; конденсаторы 16, 18 и 19; трансформаторы 23, 24 и 25. Остальные детали выполняют следующие функции: сопротивления 7, 7, 6 и конденсаторы 17 и 17 являются развязывающими ячейками анодных цепей первого и второго каскадов усилителя; сопротивления 5, 5, 9 и 6, из которых первые три размещены внутри шасси усилителя, а сопротивление 6 — внутри шасси выпрямителя, — являются сдвигающими сопротивлениями ламп усилителя. Конденсаторы 20, 20, 20 и 9 (последний в ВЗК-3) — блокирующие. Сопротивление 11 служит для корректирования частотной характеристики (см. на стр. 114).

Для измерения величины токов в плечах пуш-пулла служит измерительный прибор ПИП (описание дано ниже), штекерная вилка которого включается в одно из штеккерных гнезд 12, снабжённых шунтами 14; эти гнезда на усилителе обозначены через I_4 (рис. 208 и 209).

Кроме того, с помощью прибора ПИП можно измерить анодное напряжение A_2 (схема УЗК-3 № 2, рис. 210) или A_1 (схема на рис. 224). Для этой цели служит штеккерное гнездо 12 с добавочным сопротивлением 13.

В целях снижения уровня помех нить накала лампы первого каскада усилителя питается постоянным током от тунгового выпрямителя через фильтры и делитель, установленные на щитке. Нити накала остальных ламп питаются непосредственно переменным током от понижающих обмоток силового трансформатора выпрямителя.

Анодные цепи ламп питаются от кенотронного выпрямителя. Так же, как и в УЗК-9, в усилителе УЗК-3 выходной трансформатор TP-11 секционирован и рассчитан на включение внешней нагрузки (громкоговорителей) в 5, 10 и 20 Ω .

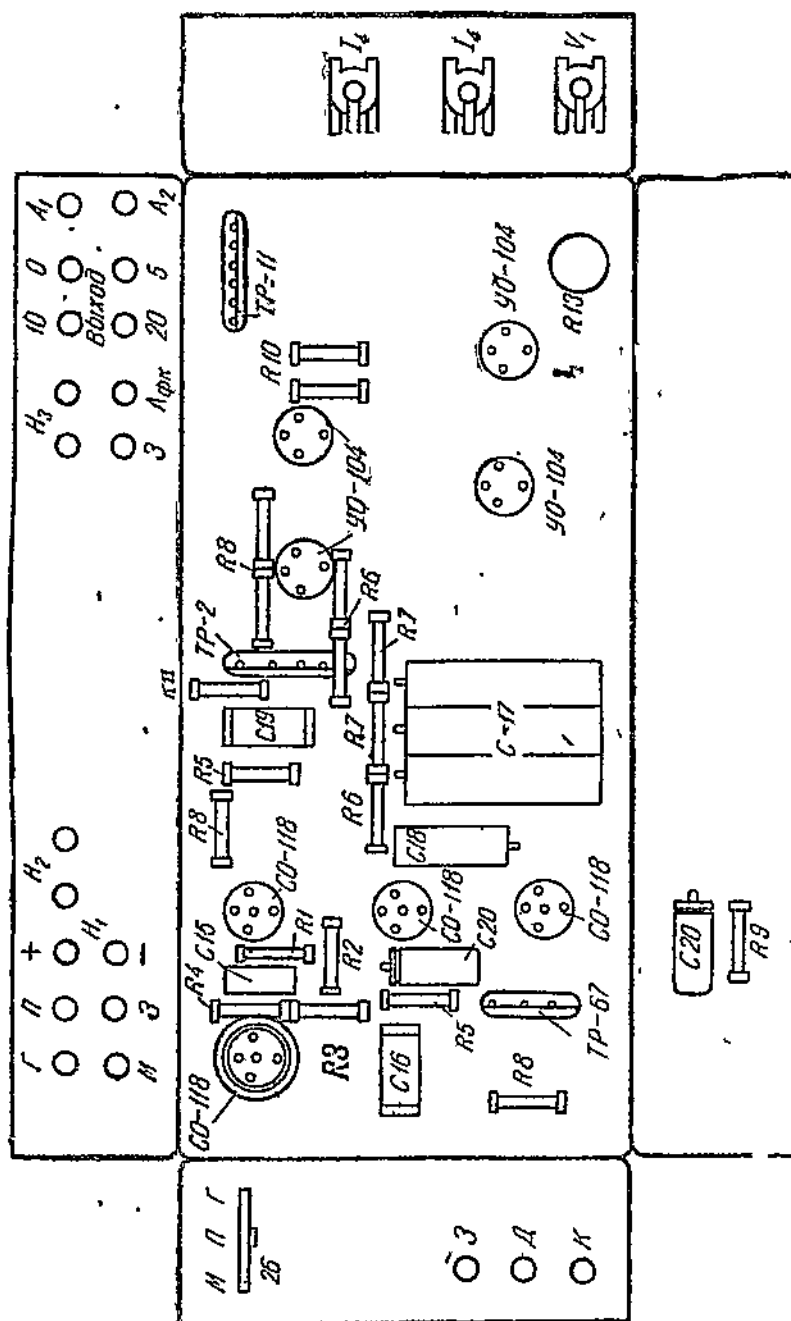


Рис. 209. Примерное расположение деталей внутри усилителя УЗК-3

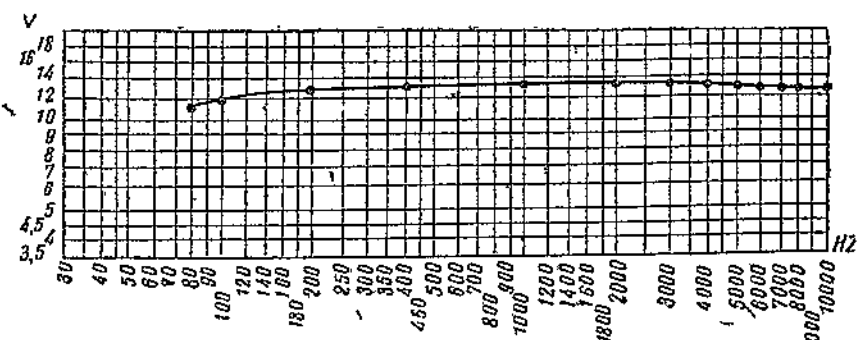


Рис. 211. Частотная характеристика УСУ-3 (ФЗК-3 + УЗК-3)

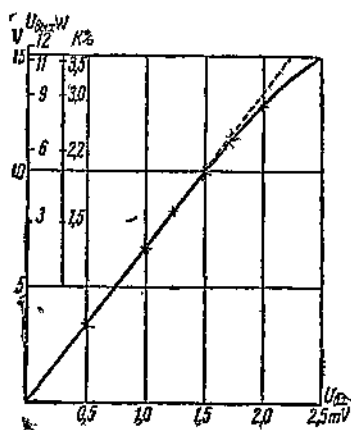


Рис. 212. Амплитудная характеристика УЗК-3

Условия испытания: $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$;
 $f = 1000 \text{ Hz}$; $R_H = 20 \text{ }\Omega$; $K_{\text{зв. ген.}} = 0,2\%$

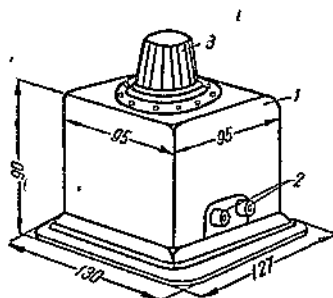


Рис. 213. Регулятор громкости РГ-3

1 — кожух-экран; 2 — патрубki, имеющие наружный диаметр $d = 17 \text{ мм}$; 3 — рукоятка

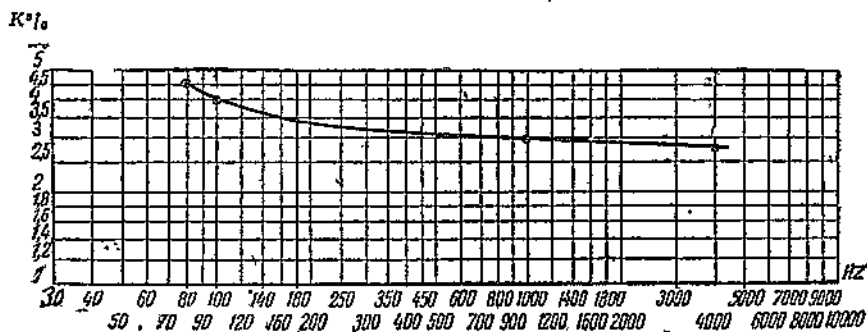


Рис. 214. Кривая зависимости клирфактора от частоты
 Условия испытания: $K = f(f)$; $U_{\text{вх. ф. к.}} = 10 \text{ мВ}$; $P_{\text{вых}} = 9 \text{ Вт}$; $R_H = 20 \text{ }\Omega$

Спецификация к схеме усилителя УЗК-3 (схемы № 2 и 3)

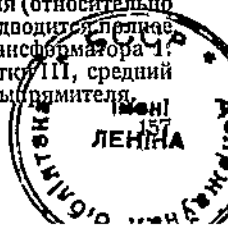
№ на схеме	Наименование	Данные	Количество
1	Сопротивление Каминского	10 000 Ω	1
2	»	40 000 Ω	1
3	»	150 000 Ω	1
4	»	300 000 Ω	1
5	»	2 000 Ω	2
6	»	50 000 Ω	3
7	»	30 000 Ω	2
8	»	200 000 Ω	4
9	»	1 000 Ω	1
10	»	70 000 Ω	2
11	»	5 000 Ω	1
12	Штеккерное гнездо ШР-2	—	3
13	Сопротивление добавочное проволочное	30 000 Ω манганин ПШО $\varnothing$ 0,07	1
14	Шунт к штеккерному гнезду	0,5 Ω манганин ПШО $\varnothing$ 0,35	2
15	Конденсатор бумажный	0,02 μ F 600 V	1
16	»	0,05 μ F 600 V	1
17	»	2 μ F 600 V	3
18	»	0,5 μ F 600 V	1
19	»	0,18 μ F 600 V	1
20	» электролитический	20 μ F 15 V рабочее 10 V	3
21	Лампа электронная СО-118	См. главу I	4
22	» » УО-104	»	4
23	Трансформатор микрофонный Тр-67	Ж-Ш-19×30 I—900 витков×2; ПЭ $\varnothing$ 0,2 II—2 700 витков×4; ПЭ $\varnothing$ 0,1	1
24	То же переходной Тр-2	Ж-Ш-19×30 I—3 000 витков ПЭ $\varnothing$ 0,1 II—2×3 000 витков ПЭ $\varnothing$ 0,1	1
25	» выходной Тр-11	Ж-Ш-28×40 I—650 витков×2; ПЭ $\varnothing$ 0,85 II—52+20+33 витков ПЭ $\varnothing$ 1,3	1
26	Переключатель однополюсный ПТ-2	на 3 положения	1

Электроакустические данные усилителя УЗК-3

- Напряжение входа: а) с фотокаскада 16 mV
б) с адаптера 80 mV
в) с микрофона 2,5 mV
- Мощность усилителя 9W при коэффициенте нелинейных искажений:
а) на частоте 80 Hz 4,5%
б) на частоте 1000 Hz 3,0%
в) на частоте 4000 Hz 2,8%
- Частотная характеристика от 80 до 10000 Hz при отклонении ± 2 db изображена на рис. 211.
- Уровень помех всего устройства (исключая фотоэлемент) около 0,6%

второй выпрямитель в ВЗК-3 частично выполняет те же функции, что и мотор-генератор МГ-4 в усилительном устройстве УСУ-9.

Особенностью схемы является использование в двух электрически самостоятельных выпрямителях общей повышающей обмотки (II) силового I трансформатора ТР-66. При этом на аноды тунгара 8 подается лишь часть общего напряжения (относительно среднего вывода повышающей обмотки II). К анодам кенотронов 7 подводится сетевое напряжение от крайних концов повышающей обмотки II силового трансформатора I. Нить накала газотрона 8 питается от самостоятельной накальной обмотки III, средний вывод которой (соединен с клеммой A_2) является «+» тунгарового выпрямителя.



Общим минусом выпрямителей является средний вывод повышающей обмотки Π_2 он же — клемма «земля».

Нити накалов кенотронов 7 питаются также от самостоятельной накальной обмотки V, средний вывод которой, являясь «-» высокого напряжения, подан на фильтр, составленный из дросселей ДР-4 2 и ДР-10 3 и конденсаторов 4 и 5. После дросселя ДР-4 2 снимается выпрямленное напряжение (клемма A_2) для питания анодов ламп оконечного каскада, а после дросселя ДР-10 3 — выпрямленное напряжение (клемма A_1) для питания анодных цепей ламп фотокаскада и усилителя, а также фотоэлементов.

Для питания нитей накала ламп второго и третьего каскада служит накальная обмотка IV (клеммы H_2), расположенная на силовом трансформаторе выпрямителя. Обмотка VI, питающая нити накала ламп пуш-пулла (клеммы H_3), имеет средний вывод, который соединяется с «землей» через сопротивление смещения 6 пуш-пулла, заблокированного емкостью 9, назначение которой — создать путь переменного составляющей анодного тока ламп, устраняя тем самым влияние сопротивления смещения на коэффициент усиления схемы. Наличие переменной составляющей анодного тока может иметь место из-за разброса параметров ламп, возможной асимметрии плеч, например, из-за неодинакового числа витков в катушках первичной обмотки выходного трансформатора. В других типах усилительных устройств аналогичный конденсатор отсутствует.

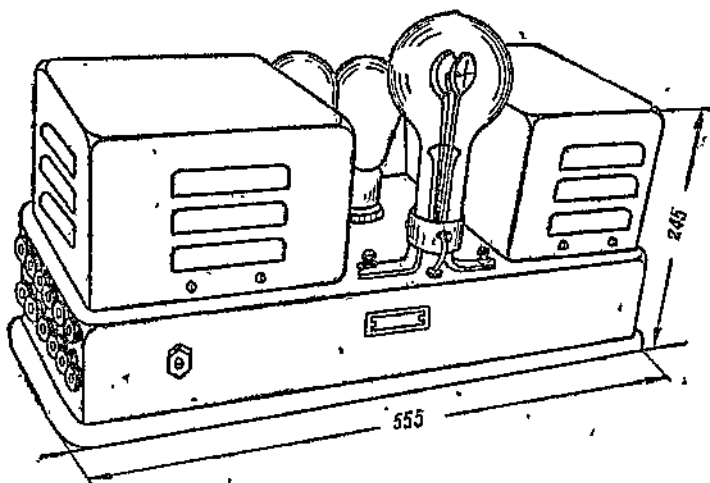


Рис. 215. Общий вид выпрямителя ВЗК-3

Первичная обмотка силового трансформатора 7 выпрямителя ВЗК-3 разбита на две секции, включаемые в параллель — при напряжении 85 В — и последовательно — при напряжении 170 В.

Карта режимов ВЗК-3 приведена ниже.

Щиток ЩЗК-3. Служит для рабочего включения усилительного устройства УСУ-3 и ламп просвечивания. Конструктивно щиток ЩЗК-3 (рис. 218) напоминает ЩЗК-9 и состоит из штампованной панели, сделанной из железа, на лицевой стороне которой размещены: вольтметр 11; предохранители 7; рукоятка 5 реостата регулировки напряжения, подводимого к ВЗК-3; двухполюсный рубильник 6, с помощью которого включается ВЗК-3, и штеккерное гнездо 10, включение в которое штеккерной вилки измерительного прибора ПИП позволяет измерить общий ток ($I_{обш}$) тунгарового выпрямителя.

С обратной стороны панели щитка размещены (рис. 218, Б) такие детали, как дроссели, конденсаторы и сопротивления.

Из принципиальной схемы щитка (рис. 219) мы видим, что на нём сосредоточены две самостоятельные цепи: а) цепи питания выпрямителя ВЗК-3 и б) цепь тунгарового выпрямителя, питающего возбуждение громкоговорителей, лампы просвечивания и накала ламп фотокаскада и первого каскада усилителя. Рассмотрим обе эти цепи.

Переменное напряжение сети в 120/220 В подводится к клеммам 127/220 В и через предохранители 7 — к двухполюсному рубильнику 6.

За рубильником 6 включены реостат 5 и добавочное сопротивление 4, соединённые с клеммой 0 и одним из полюсов вольтметра 11. В случае работы при напряжении сети в 127 В или ниже выпрямитель (первичные обмотки его силового трансформатора включаются в параллель) подсоединяется к клеммам щитка, имеющим надписи 0 и 85 В. В этом случае второй конец вольтметра 11 соединяется с клеммой на выпрямителе 85 В. В том же случае, когда напряжение сети 220 В, первичные обмотки сило-

вого трансформатора 7 выпрямителя включаются между собой последовательно, а концы от выпрямителя ВЗК-3 подключаются к клеммам щитка, имеющим надпись 0 и 170 V. Таким образом при работе от сети с напряжением в 220 V последовательно с первичной обмоткой силового трансформатора 7 выпрямителя ВЗК-3 оказываются включенными реостат 5 и добавочное сопротивление 4, на котором гасится излишек напряжения (для нормальной работы ВЗК-3 в этом случае нужно 170 V). Вольтметр в этом случае присоединяется в параллель одной из половин первичной обмотки силового трансформатора. Следовательно, в том и другом случае вольтметр для нормальной работы усилительного устройства должен показывать 85 V.

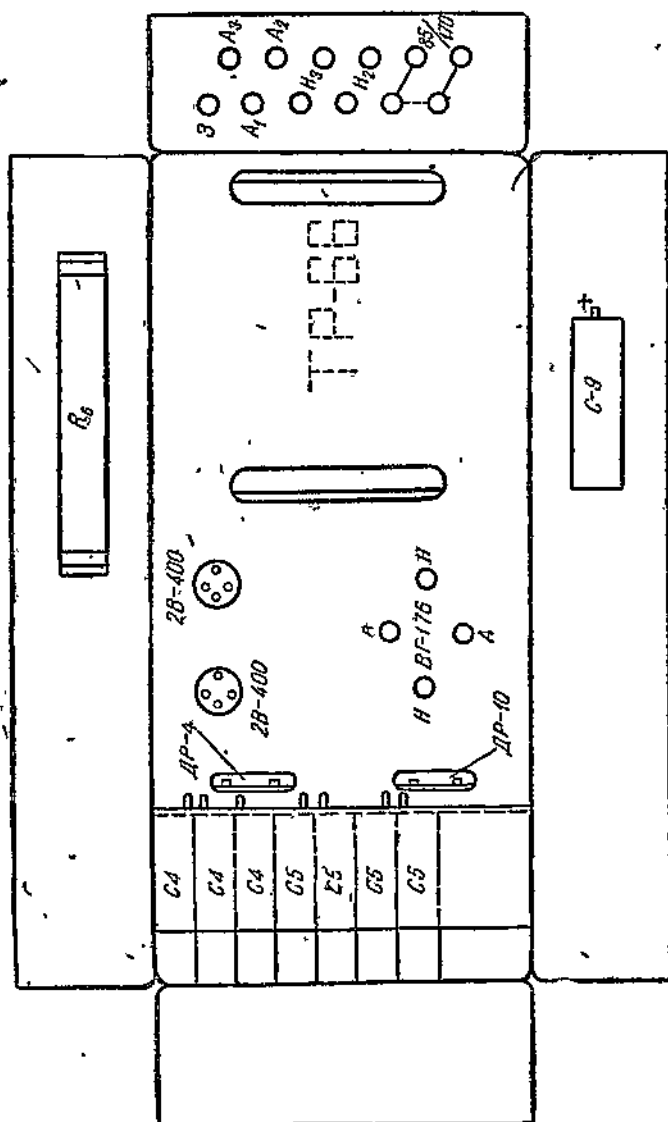


Рис. 216. Расположение деталей внутри шасси выпрямителя ВЗК-3

Рассмотрим вторую часть схемы щитка ЩЗК-3, т. е. цепи тунгового выпрямителя. Для этого из схем рис. 219 и 225 сделаем выборку той части схем, которая относится к рассматриваемой цепи.

На рис. 220, А приведена часть схемы ЩЗК-3, собранная по схеме рис. 219 и 225 (между ними разница весьма незначительная). Из этой схемы мы видим, что ток от тунгового выпрямителя подводится к клемме + А₂. Далее ток через предохранитель 7, дроссель ДР-35 и штеккерное гнездо 10, зашунтированное сопротивлением 9, подходит к точке разветвления; часть тока идет через обмотки возбуждения громкоговорителей (клеммы + ПД) и нижнюю часть сопротивления 3 к минусу тунгового выпрямителя

(клемма 3). Эта часть тока (ток обмотки возбуждения громкоговорителей), проходя через нижнюю часть сопротивления 3, создаёт на нём падение напряжения; это падение напряжения и есть напряжение, подводимое к нити накала лампы первого каскада усилителя УЗК-3.

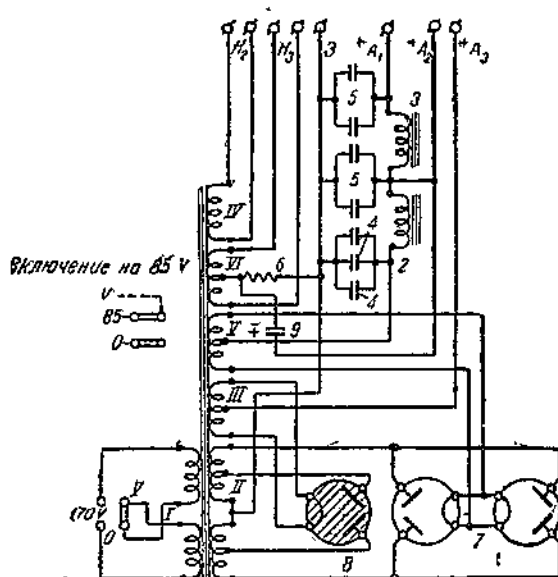


Рис. 217. Принципиальная схема выпрямителя ВЗК-3 (схемы 2, 3 и 4 А)

Вторая часть тока тунгарового выпрямителя проходит через дроссель ДР-28 2, лампу просвечивания (клеммы +ЛП—), верхнюю часть сопротивления 3 к минусу тунгарового выпрямителя (клемма 3). Эта часть тока (ток лампы просвечивания) создаёт на сопротивлении 3 падение напряжения, которое и служит для питания нити накала лампы фотокаскада ФЗК-3.

Из схемы рис. 220, А нетрудно заметить, что в случае выключения лампы просвечивания тока в верхней части сопротивления 3 не будет, а следовательно, не будет на этом сопротивлении падения напряжения; иначе говоря, нить накала лампы ФЗК-3 не получит питания, и фотокаскад работать не будет. То же произойдет и в лампой первого каскада усилителя в случае разрыва цепи возбуждения громкоговорителей, т. е. в этом случае усилитель работать не будет (нить накала лампы первого каскада не будет накалена). В целях избежания подобных случаев ниже приведены практические рекомендации.

Теперь разберём схему рис. 220, Б, которая используется в схеме УСУ-3 № 4А (рис. 227).

Выпрямленное, но не сглаженное напряжение от тунгарового выпрямителя подводится к клеммам щитка ЦЗК-3, имеющих надпись +А₂ и 3. Ток от клеммы +А₂, проходя через предохранитель 7, дроссель ДР-35 1 и штеккерное гнездо 10, зашунтирован-

Спецификация к схеме выпрямителя ВЗК-3 (схемы № 2 и 3)

№ на схеме	Наименование	Данные	Количество
1	Трансформатор силовой Тр-66	Ж-Г-50×50; 1—170 витков × 2 ПЭ Ø 1,2 II—2×(94+656) витков; ПБД Ø 1,65; ПЭ Ø 0,35 III—(2+3) витка ПБД Ø 2,5 IV, V (4+4) витка ПБД Ø 1,6 VI—8 витков, ПБД Ø 1,6	1
2	Дроссель фильтра Др-4	Ж-III—28×40; 5 500 витков ПЭ Ø 0,3	1
3	» » Др-10	Ж-III—28×40; 9 000 витков ПЭ Ø 0,25	1
4	Конденсатор бумажный	1 µF 1000 V	3
5	» »	2 µF 600 V	4
6	Сопротивление проволочное	425 Ω никелин 0,2	1
7	Лампа электронная ВО-116 1)	См. главу I	2
8	» тунгар ВГ-176	» » I	1
9	Конденсатор электролитический	10 µF 450 V	1

1) Или ВО-188

ное сопротивление шунта 9, разветвляется. Часть тока проходит через обмотки возбуждения громкоговорителей (клеммы — ПД +), а вторая часть — через дроссель ДР-43 2. После дросселя ДР-43 2 ток при выключенной лампе просвечивания, проходя через участки а и б сопротивления 12 и участок в¹⁾ сопро-

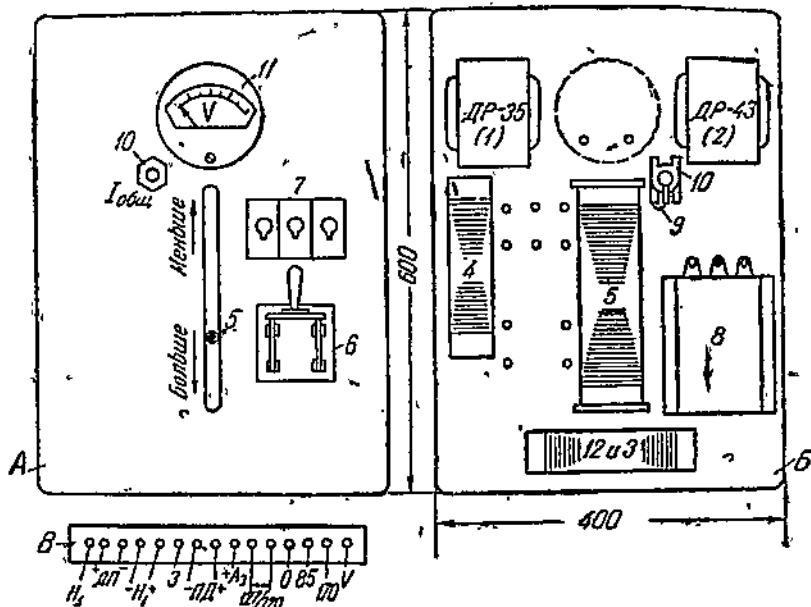


Рис. 218. Щиток ЩЗК-3 (схема № 4А)

А — вид спереди; Б — вид сзади; В — распределительная планка

тивления 3, создаст на них падение напряжения, которое с участков б сопротивления 12 и участка в сопротивления 3 подводится к нитям накала лампы ФЗК-3 и первого каскада УЗК-3 (нити накала этих ламп включены между собой последовательно). При включении лампы просвечивания её ток вызывает дополнительное

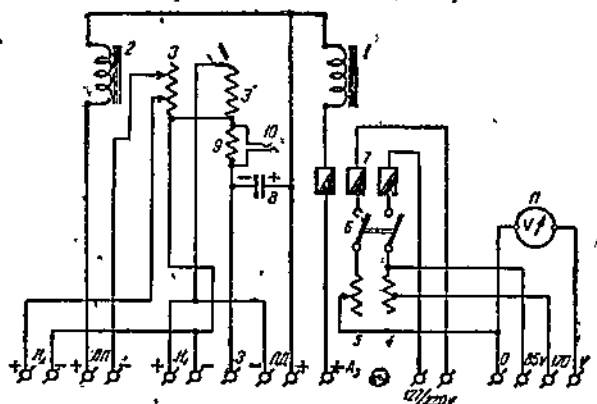


Рис. 219. Принципиальная схема щитка управления ЩЗК-3 (схема № 2)

падение напряжения на дросселях ДР-35 1 и ДР-43 2. В результате падение напряжения на указанных выше сопротивлениях должно было бы упасть; как следствие упало бы и напряжение на зажимах электронных ламп; но этого не произойдёт — напряжение на нитях накала H_4 и H_1 останется прежним. Объясняется это тем, что ток лампы просвечивания, проходя через участки а и б сопротивления 3, создаст на них падение на-

¹⁾ Практически напряжение накала ламп H_4 и H_1 в данном случае определяется только соотношением участков а и б сопротивления 12, так как участок в сопротивления 3 много меньше участка б сопротивления 12.

пряжения, а так как участок β сопротивления Z также входит в цепь делителя на нити ламп H_1 и H_2 , то напряжение на их нитях увеличится, достигая первоначальной величины, т. е. достигая того значения, когда лампа просвечивания не горит. Следовательно, в схеме № 4А включение лампы просвечивания на напряжение нитей накала электронных ламп ФЭК и УЭК (накал H_1 и H_2) практически не сказывается.

К недостатку схемы № 4А необходимо прежде всего отнести зависимость работы лампы первого каскада усилителя УЭК-3 от лампы ФЭК-3 и наоборот; так, например, при работе с адаптера или микрофона лампа на ФЭК-3 должна быть обязательно включена, что приводит к излишнему сокращению срока ее службы.

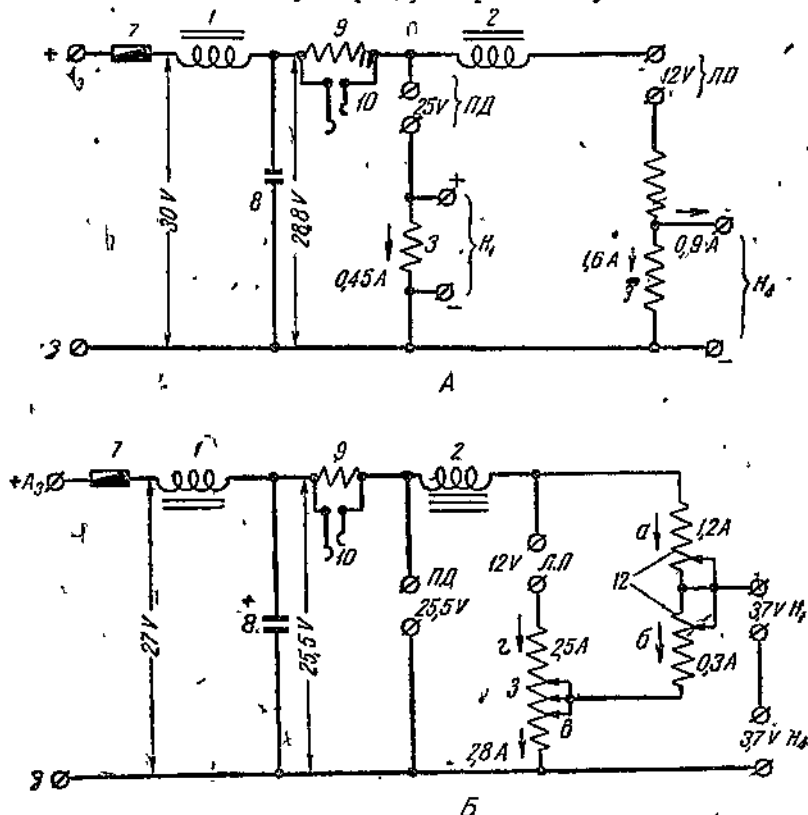


Рис. 220. Схема цепей тунгрового выпрямителя УСУ-3
А — часть схемы УСУ № 2 и № 3; Б — часть схемы УСУ № 4А

ВНИМАНИЕ! На щитке ЦЗК-3 хомутики на сопротивлении 3 устанавливаются на заводе; их положение сбивать не рекомендуется, так как отсутствие на местах измерительных приборов (и соответствующего навыка кинемеханика) может привести к неправильной установке режима устройства с вытекающими отсюда последствиями (авариями).

Измерительный прибор ПИП (рис. 221). Служит для контроля за режимом цепей как усилителя, так и выпрямителя. Система прибора магнито-электрическая и рассчитана на 15 мА при 75 мВ. Для включений прибора в ту или иную цепь служит шнур, снабженный штеккерной вилкой. В свою очередь, как было выше указано, штеккерные гнезда на усилителе и шитке снабжены или шунтами или добавочными сопротивлениями. Как и на приборе ПИП, применяемом в комплекте УСУ-9, так и на этом приборе вдоль шкалы имеется три ряда цифр: верхняя шкала соответствует шкале на 4,5 А; второй ряд цифр — на 150 мА; нижний ряд — на 450 В.

Громкоговорители ГДД-8. Описание их приведено на стр. 273.

Спецификация к схеме щитка ЦЗК-3 (схема № 2)

№ по схеме	Наименование	Данные	Количество
1	Дроссель фильтра Др-35	{Ж-Ш—28×63; 150 витков ПБД Ø 1,65; зазор 1,5 мм	1
2	» » Др-28	{Ж-Ш—28×40; 380 витков ПЭ Ø 1,35; зазор 1,5 мм	1
3	Сопротивление проволочное	6,5 Ω никелин Ø 0,8	1
4	» »	19,9 2 А никелин Ø 0,8	1
5	Реостат Рустрата	14 Ω 3,5 А никелин Ø 1,0	1
6	Рубильник двухполюсный. РУ-5	—	1
7	Предохранитель Миньон	6 А 250 V	3
8	Конденсатор электролитический	2500 µF 40 V рабоче 30 V	1
9	Шунт к штеккерному гнезду	0,015 Ω никелин Ø 1,8	1
10	Штеккерное гнездо	—	1
11	Вольтметр ЭМ	140 V	1

ВНИМАНИЕ! Включение измерительного прибора ПИП в иные цепи, кроме штеккерных гнезд усилителя и щитка, ведёт к его гибели.

Варианты принципиальных схем УСУ-3

В результате процесса производства усилительной аппаратуры типа УСУ-3 были применены три варианта схем УСУ-3: схема № 2 (схема № 1 в производство не пошла), схема № 3 и схема № 4А (немногим отличающаяся от схемы № 4).

Разбор назначения деталей УСУ-3, приведённый выше, ориентирован на принципиальную схему № 2 (рис. 222).

Так же, как и для УСУ-9, отдельные элементы, входящие в комплект схемы УСУ-3 № 2, обозначены в виде квадратов (рис. 222), внутри которых размещены клеммы, снабжённые соответствующими надписями. Все элементы схемы УСУ-3 № 2 показаны в необходимом между ними соединении. При монтаже усилительного устройства УСУ-3 нужно строго придерживаться этой схемы соединения, обращая особое внимание на последовательность заземления, экранировку и размещение проводов по отношению друг к другу (заключение проводов в общую броню-экран).

Вариант 3. СХЕМА УСУ-3 № 3

Фотокаскад ФЗК-3 (рис. 223). Отличается от фотокаскада ФЗК-3 схемы УСУ-3 № 2 следующими:

1) По замыслу схемы № 3 бронированный кабель должен быть изолирован от проектора и заземляться через цепи схемы усилительного устройства, а не непосредственно на землю (о последовательности заземления более подробно рассказано на стр. 335 в главе VII «Выбор, установка и регулировка усилительной аппаратуры»). Здесь же укажем, что благодаря применению последовательности заземления удастся снизить помехи (фон).

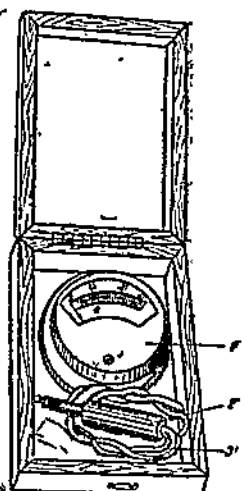


Рис. 221. Измерительный прибор ПИП
1 — измерительный прибор; 2 — штеккерная вилка; 3 — шнур прибора

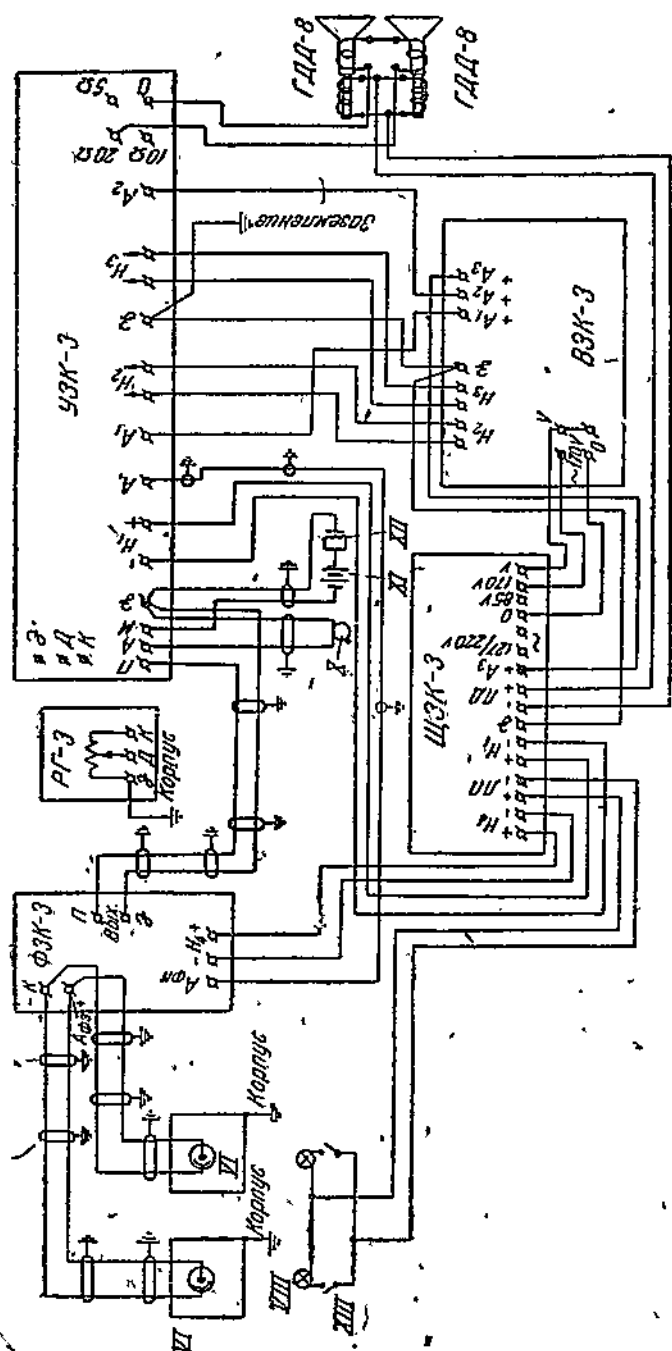


Рис. 222. Принципиальная схема усилительного устройства типа УСУ-3 (схема № 2)

Аппарат, на котором установлено штеткерное гнездо	Обозначение штеткерного гнезда на схеме	Измеряемая величина	Шкала прибора	Нормальное значение
УЗК-3	A_1	Для схемы УСУ-3 № 3 Анодное напряжение предварительных каскадов	450 V	315 V
УЗК-3	I_2	Анодный ток ламп оконечного каскада (каждое плечо)	150 mA	65 mA
ЩЗК-3	I_T	Общий ток тунгарового выпрямителя (цепь A_2)	4,5 A	3,9 A
УЗК-3	A_1	Для схемы УСУ-3 № 4А Анодное напряжение предварительных каскадов	450 V	315 V
УЗК-3	I_2	Анодный ток ламп оконечного каскада (каждое плечо)	150 mA	65 mA
ЩЗК-3	I_T	Общий ток тунгарового выпрямителя (цепь A_2)	6 A	5,05 A

Карта режимов УСУ-3 (схема № 3)

I. Выпрямитель ВЗК-3

1. При питании от сети с номинальным напряжением 110 V
 - а) Напряжение на ВЗК-3 (клеммы 0—85) 85 V
 - б) Ток 3,9—4 A
2. При питании от сети с номинальным напряжением 220 V
 - а) Напряжение на ВЗК-3 (клеммы 0—170) 170 V
 - б) Ток 1,95—2 A
3. Режим выпрямителя на кенотронах ВО-116
 - а) Напряжение на анодах ВО-116 350×2 V
 - б) Напряжение накала ВО-116 3,8 V
 - в) Ток накала ВО-116 2×2 A
 - г) Выпрямленное напряжение на конденсаторах 4 370 V
 - д) Полный ток нагрузки 140 mA
 - е) Падение напряжения на дросселе 2 ДР-4 40 V
 - ж) Полное напряжение на оконечном каскаде (на клеммах A_2 и 3) 330 V
 - з) Анодный ток оконечного каскада 65×2 mA
 - и) Анодный ток предварительного каскада 10 mA
 - к) Падение напряжения на дросселе 3 ДР-10 10 V
 - л) Полное напряжение на предварительных каскадах (клеммы A_1 и 3) 320 V
4. Режим выпрямителя с газотронами ВГ-176.
 - а) Напряжение на анодах ВГ-176 46×2 V
 - б) Напряжение накала ВГ-176 2,4 V
 - в) Ток накала ВГ-176 11—12 A
 - г) Выпрямленное напряжение на клеммах (4 и 3) 30 V
 - д) Полный ток нагрузки (I_T) 3,9 A
 - е) Падение напряжения на «1» дросселе ДР-35 (ЩЗК-3) 1,2 V
 - ж) Напряжение возбуждения громкоговорителей 25 V
 - з) Напряжение накала лампы СО-118 первого каскада усилителя УЗК-3 3,8 V
 - и) Ток возбуждения громкоговорителей 1,4 A
 - к) Падение напряжения на «2» дросселе ДР-28 (ЩЗК-3) 3,4 V
 - л) Напряжение на лампе просвечивания 12 V

*) Здесь указан действительный режим при отключенном приборе ПИП.

м) Напряжение на части сопротивления «3»	9,5 V
н) Напряжение накала лампы СО-118 фотокаскада . . .	3,9 V
о) Ток лампы просвечивания	2,5 A

II. Фотокаскад ФЗК-3

а) Ток делителя напряжения на фотоэлемент	0,7 mA
б) Напряжение на фотоэлементе	200 V
в) Анодное напряжение $A_{фк}$	320 V
г) Анодный ток лампы СО-118	1,7 mA
д) Напряжение на аноде лампы СО-118	130 V
е) Напряжение смещения на сетке лампы СО-118 . . .	-3,4 V
ж) Напряжение звуковой частоты, развиваемое фотоэлементом на сопротивлении	3 mV
з) Напряжение звуковой частоты после фотокаскада . . .	25 mV
и) Усиление фотокаскада	7
к) Напряжение накала СО-118	3,9 V

III. Усилитель УЗК-3

1. Режим первого каскада:	
а) Анодное напряжение	320 V
б) Анодный ток лампы СО-118	1,7 mA
в) Напряжение на аноде СО-118	130 V
г) Напряжение смещения на сетке СО-118	-3,4 V
д) Напряжение звуковой частоты на сетке, подаваемое с фотокаскада	16 mV
е) Напряжение звуковой частоты, подаваемое с микрофона (на сетке 16 mV)	2,5 mV
ж) Напряжение звуковой частоты, подаваемое с адаптера (на сетке 16 mV)	80 mV
з) Усиление каскада	16
и) Напряжение накала СО-118	3,8 V

Примечание. Напряжения, указанные в пунктах д), е), ж), соответствуют мощности на выходе 9 W.

2. Режим второго каскада:	
а) Анодное напряжение	320 V
б) Анодный ток лампы СО-118	1,8 mA
в) Напряжение на аноде СО-118	137 V
г) Напряжение смещения на сетке СО-118	-3,6 V
д) Напряжение звуковой частоты на сетке, необходимое для получения на выходе 9 W мощности	250 mV
е) Усиление каскада	10—11
3. Режим третьего каскада:	
а) Анодное напряжение	320 V
б) Анодный ток двух ламп СО-118	4,5 mA
в) Напряжение на анодах ламп СО-118	140 V
г) Напряжение смещения	-4,5 V
д) Напряжение звуковой частоты на сетке, необходимое для получения на выходе 9 W мощности	2,6 V
е) Усиление каскада	16
4. Режим оконечного каскада:	
а) Анодное напряжение	330 V
б) Анодный ток	65×2 mA
в) Напряжение на анодах УО-104	275 V
г) Напряжение смещения на сетках УО-104	-55 V
д) Напряжение звуковой частоты на сетках ламп УО-104	42,5×2 V
е) Напряжение на первичной обмотке выходного трансформатора	95×2 V
ж) Напряжение на нагруженном 20-омном выходе	13,4 V
з) Напряжение на нагруженном 10-омном выходе	9,45 V
и) Напряжение на нагруженном 5-омном выходе	6,7 V

Примечание. Напряжения, указанные в пунктах д), е), ж), з), и), соответствуют мощности на выходе 9 W при соответствующей омической нагрузке.

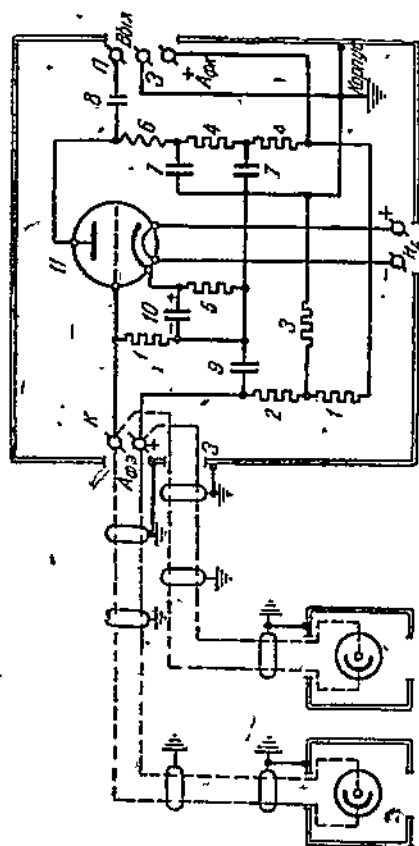


Рис. 223. Принципиальная схема фотокаскада ФЭК-3 (схема № 3)

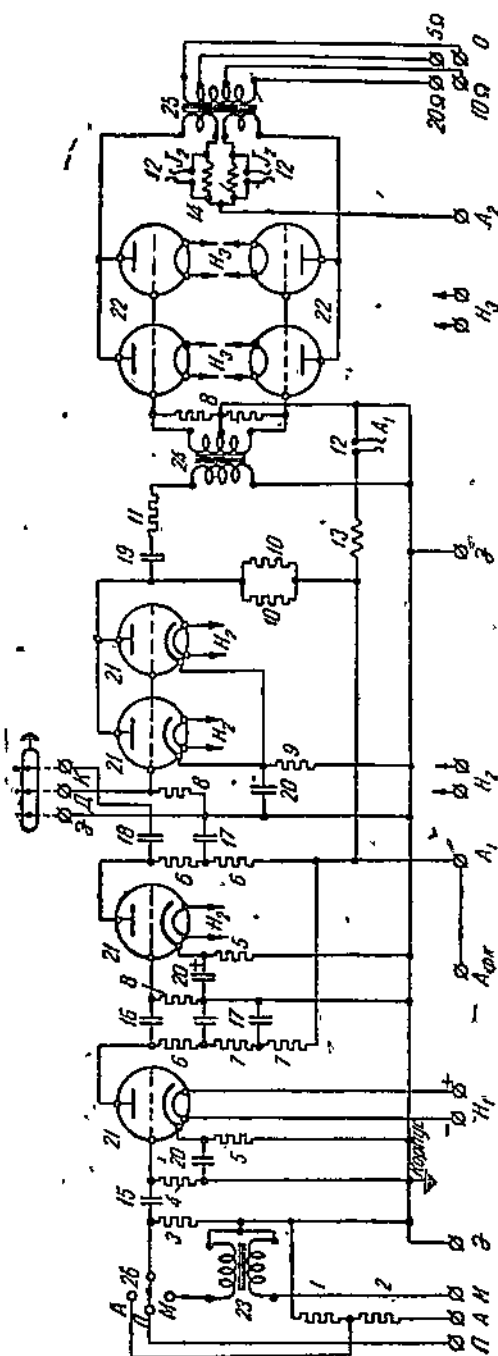


Рис. 224. Принципиальная схема усилителя УЗК-3 (схема № 3)

2) Практика монтажа в аппаратурной усилительной аппаратуре и в частности УСУ-3 показала возможность объединения в одном общем экране как проводов выхода, так и провода питания анодных цепей фотокаскада, т. е. проводов, обозначенных на схеме № 3 через П, З и $\pm A_{ф.к}$ (см. главу VII).

Данные деталей рис. 223 сведены в спецификацию к рис. 206.

Усилитель УЗК-3 (рис. 224) схемы УСУ-3 № 3 отличается от усилителя УЗК-3 схемы № 2 тем, что измерение анодного напряжения производится в цепи A_2 вместо цепи A_3 для схемы № 2.

Данные деталей рис. 224 сведены в спецификацию к рис. 210.

Регулятор громкости. При наличии тех же данных, что в схеме № 2, имеет последовательность заземления, иначе говоря, его корпус заземляется через цепи усилителя, а не непосредственно.

Выпрямитель ВЗК-3 схемы № 3 не отличается от схемы № 2.

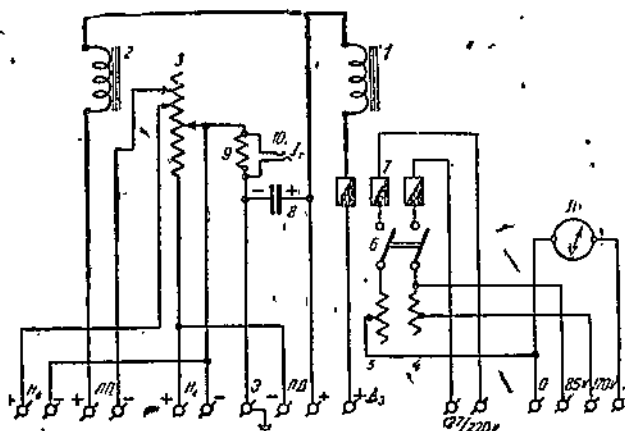


Рис. 225. Принципиальная схема щитка управления ЩЗК-3 (схема № 3)

Щиток ЩЗК-3. Для схемы № 3 (рис. 225) имеет объединённое сопротивление делителя 3, в то время как в схеме № 2 делитель состоит из двух частей. Данные сопротивления устройства: введенные провода $R = 19\Omega$, никелин $\varnothing 0,8$, на котором размещено пять хомутов.

На рис. 225 дана схема комплекта УСУ-3 № 3.

Вариант 4. СХЕМА УСУ-3 № 4А

Фотокаскад ФЗК-3 схемы УСУ-3 № 4А отличается от фотокаскада ФЗК-3 схемы УСУ-3 № 3 следующим:

1) Внутри бронированного кабеля введен добавочный провод «земля», соединяющий фотоячейку (изолированную от проектора) с «землей» через цепи усилительного устройства: введение провода «земля» в броню гибкого шланга обеспечивает надежность заземления входной цепи.

2) В связи с измененной схемой питания накала лампы фотокаскада и первого каскада усилителя (лампы включены последовательно) к нити накала лампы фотокаскада подходит лишь один провод накала $\pm H_4$, идущий непосредственно к щитку, а вторым концом, подводящим питание к нити накала, служит земляной провод.

При монтаже линий необходимо строго придерживаться последовательности включений, приведенных на принципиальной схеме, даваемой заводом, за исключением линии, идущей от клеммы H_1 усилителя к клемме H_1 на щитке ЩЗК-3. Для упрощения монтажа эту линию следует упразднить, а клемму H_1 на усилителе УЗК-3 соединить непосредственно с клеммой $\pm H_4$ на фотокаскаде ФЗК-3. Данные деталей (за исключением нагрузочного сопротивления фотозлемента, обозначенного на схеме ФЗК-3 комплекта УСУ-3 № 4А с цифрой 12, имеющего величину сопротивления, равную 120 000 вместо 170 000 для того же сопротивления схемы ФЗК-3 комплектов УСУ-3 № 2 и № 3) ФЗК-3 сведены в спецификацию к рис. 206.

Усилитель УЗК-3. Выпускался по двум схемам: № 4А и № 4, которые имеют ничтожные изменения, а именно:

1) отсутствует провод «земля» в бронированном кабеле ФЗК-3.

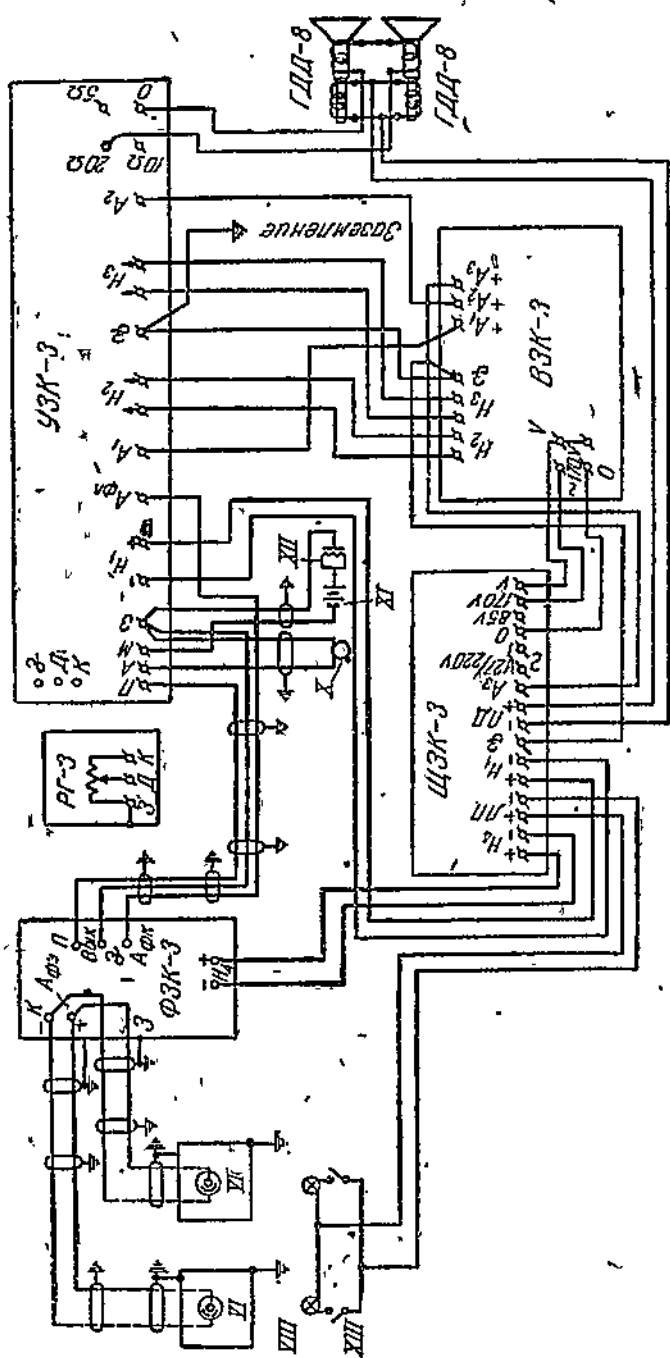


Рис. 226. Принципиальная схема усилительного устройства типа УСУ-3 (схема № 3)

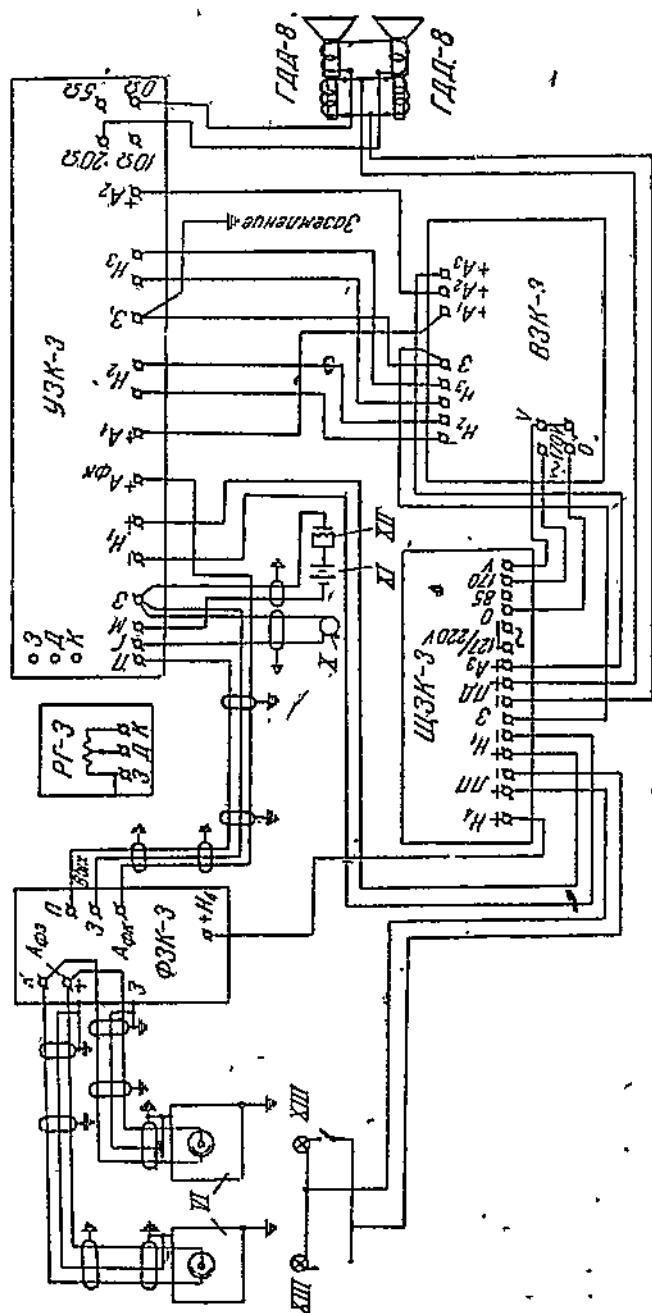


Рис. 228. Принципиальная схема усилительного устройства типа УСУ-3 (схема № 4А)

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСИЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА УСУ-3. Пуск в ход заранее смонтированной аппаратуры по одной из принципиальных схем завода Ленкинап производится в следующем порядке:

1. Выключают цепь выхода усилителя (в один из проводов, идущих к звуковым катушкам громкоговорителей, ставят выключатель, например, ключ типа «И»).
2. Рукоятку движка реостата 5 на шитке ЩЗК-3 ставят в нижнее положение.
3. Штеккерную вилку шнура измерительного прибора ПИП вставляют в штеккерное гнездо A_1 на усилителе УЗК-3.
4. Выключают одну из ламп просвечивания.
5. Регулятор громкости ставят в среднее положение.
6. Выключают рубильник 6 на шитке ЩЗК-3.
7. Передвигая рукоятку движка реостата 5 и наблюдая за показаниями вольтметра $V 11$, доводят его показания до 85 В.
8. Окончательную регулировку производят по показаниям ПИП, придерживаясь при этом данных табл. 27.
9. Подбирают плечи пуш-пулла. В случае необходимости заменяют лампы или меняют их местоположение.
10. Взяв расчёску или иной предмет, пересекают световой лучок, падающий от лампы просвечивания на фотозлемент. При этом в контрольном громкоговорителе (о типе контрольного громкоговорителя см. в главе VI) при исправном усилительном устройстве должны быть слышны характерные звуки низкого тона.
11. Зарядив проктор и включив мотор проктора, выключают выключатель выхода усилителя. Выключение установки производят в обратной последовательности.

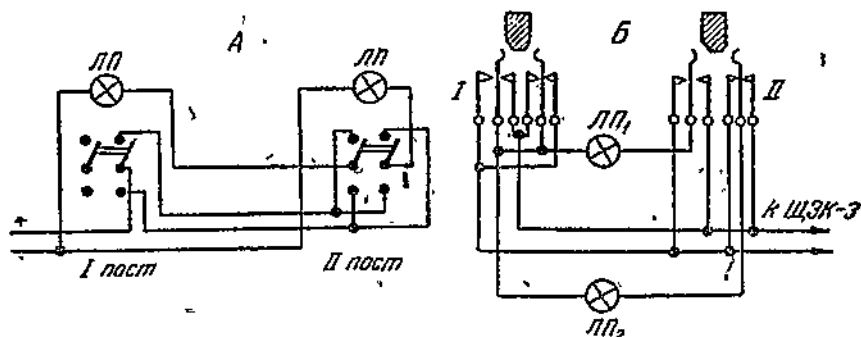


Рис. 229. Схемы переключения ламп просвечивания (применяется для схем УСУ-3 № 2 и № 3)

А — схема с применением рубильников; Б — схема с применением ключей типа «И»

При эксплуатации, переходя с поста на пост, переключение ламп просвечивания необходимо делать мгновенно, иначе при одновременном накале двух ламп просвечивания напряжение на их зажимах заметно упадёт, а следовательно, их световой поток несколько уменьшится, вызывая резкое ослабление уровня громкости в зрительном зале и для схем УСУ-3 № 2 и 3 может перегореть лампа СО-118 фотокаскада ФЗК-3: увеличившийся ток, проходящий через сопротивление 3 делителя, создаст на нём увеличенное падение напряжения, возрастёт и напряжение на концах нити накала лампы, и она перегорит.

По этим же соображениям применение лампы просвечивания в 50 W (нормально должна быть применена 30-ваттная лампа ГОЗ), а также применение реостата, включаемого в цепь лампы просвечивания для целей регулировки уровня громкости, невозможно.

Для создания удобства при эксплуатации переключение ламп просвечивания можно осуществить по одной из схем рис. 229, которые полностью исключают отмеченное неудобство схемы УСУ-3 и позволяют производить переключение с любого из постов.

Заметим, что выключение обеих ламп просвечивания автоматически ведёт к выключению нити накала лампы фотокаскада (это относится лишь к схемам № 2 и 3). Поэтому одна из ламп просвечивания должна быть выключена во всех тех случаях, когда подготавливается работа с плёнкой. В тех же случаях, когда не хотят пользоваться лампой просвечивания (в целях увеличения её долговечности), может быть применено балластное сопротивление 84,8 Ω , включаемое вместо лампы просвечивания. Для перехода с этого балластного сопротивления на лампу просвечивания может быть применён ключ типа «И». Для схемы УСУ-3 № 4А включение и выключение лампы просвечивания на накале лампы фотокаскада и первого каскада усилителя практически не сказывается.

В тех случаях, когда хотят создать удобства в работе, рекомендуется в аппаратной, в непосредственной близости от усилителя (исъемы К, Д и З), располагать дополнительный регулятор громкости (тип потенциометра ПСК завода им. Орджоникидзе на 50 000—100 000Ω), включенный согласно схеме рис. 230. Этот дополнительный регулятор громкости позволяет, например, киномеханику, непосредственно из аппаратной (в этом случае основной регулятор громкости ставится на максимум) регулировать уровень громкости при работе с адаптера и микрофона, а также (и это главное) позволяет ограничить предел усиления, что в свою очередь позволяет нормально манипулировать основным регулятором громкости (по всей шкале). Если бы не было добавочного регулятора громкости, то из-за большого усиления микшеру пришлось бы работать в начале шкалы в РГ, что привело бы к трудностям работы или перегрузке усилителя, а следовательно, искажениям (в случае перегрузки стрелка прибора ПИП, включенного в гнездо I_2 , будет колебаться).

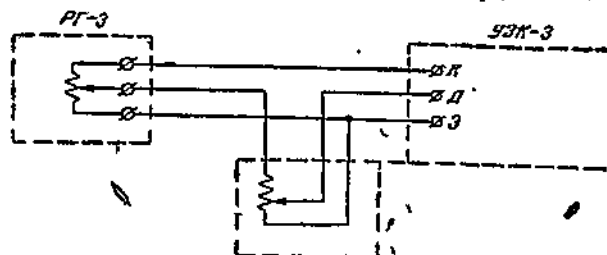


Рис. 230. Схема включения дополнительного регулятора громкости (ПГ)

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ УСИЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА УСУ-3:
 1) разрозненность комплекта; 2) ненадежная работа регулятора громкости (появление тресков и шорохов при вращении рукоятки); 3) ненадежная конструкция переключателя (26); 4) низкое качество переходных конденсаторов (производства Леносовна-хима); 5) зависимость накала лампы фотокаскада от работы лампы просвечивания (для схемы № 3); 6) зависимость накала лампы первого каскада усилителя от работы обмоток возбуждения громкоговорителей (для схемы № 3); 7) низкое качество громкоговорителей типа ГДД-8 с точки зрения их механической прочности.

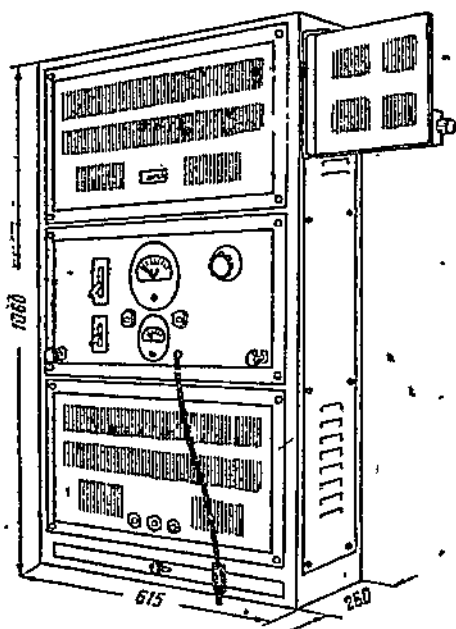


Рис. 231. Общий вид шкафа УСУ-5

УСИЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ТИПА УСУ-5

Многолетняя практика установки и эксплуатации разных типов настольной конструкции усилительной аппаратуры (например, ЗК-1, УСУ-9, УСУ-3 и т. д.) показала нецелесообразность выпуска подобных типов. Объясняется это тем, что усилительная аппаратура настольного типа помимо высокой стоимости монтажных работ (материалы и, главное, рабочая сила) работает часто со значительными помехами, вызванными неумелым или небрежным монтажом.

Результатом разработки заводом Ленкинап новой конструкции усилительной аппаратуры настольного типа явилась новая модель, получившая наименование УСУ-5 (шифр УСУ-5 означает: усилительное устройство — пятая модель).

Имея на выходе 15 W неискаженной мощности, УСУ-5 может быть использовано в звуковом кинотеатре со зрительным залом, вмещающим 800 чел. В основном усилительное устройство УСУ-5 предназначается для работы от фотоэлемента, но также может быть использовано для работы от электромагнитного адаптера и угольного микрофона (типа ММ-2).

В комплект УСУ-5 входит следующая аппаратура: 1) фотокаскад ФЗК-5; 2) пульт микшера ПЗК-5; 3) шкаф усилителя УЗК-5, объединяющий в себе: а) выпрямитель (шифр $\frac{УЗК-5}{02-00}$), б) панель управления (шифр $\frac{УЗК-5}{03-00}$), в) усилитель (шифр $\frac{УЗК-5}{03-00}$).

УЗК-5), 4) контрольный громкоговоритель, 5) два громкоговорителя типа ГРА-2м с двумя головками типа ГДВ-2 в рупорах РСД-2м; 6) два малоёмкостных бробиру-
вальных кабеля для соединения фотокаскада с фотоэлементами.

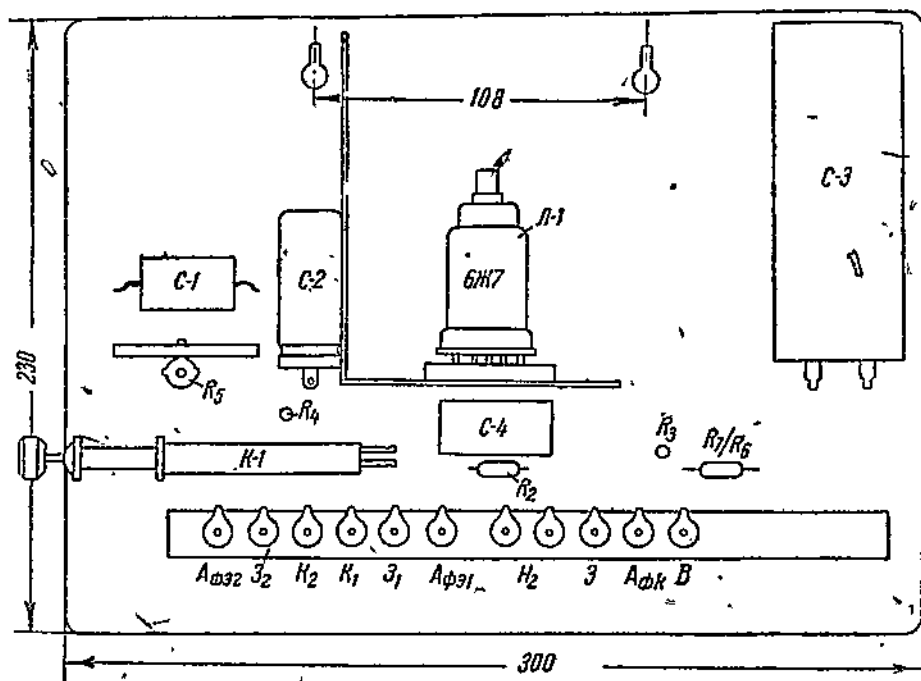


Рис. 232. Расположение деталей внутри ФЗК-5

Фотокаскад ФЗК-5. Конструктивно схож с другими типами, но отличается от них тем, что доступ к электронной лампе осуществляется через откидную дверцу, расположенную в центре кожуха-экрана. В нижнем основании фотокаскада размещены специальные съемные планки, имеющие выемки, в которые вставляется гибкий 12-мм шланг, с последующей стяжкой, с помощью винтов указанных планок; этим осуществляется крепление концов гибкого шланга со стороны фотокаскада. Сбоку фотокаскада выступает кнопка ключа (К-7) (рис. 232), служащего для переключения фотоэлементов с одного фотокаскада на другой, т. е. с одного канала усилительного устройства на другой. Гибкие шланги от проекторов заводятся на один из фотокаскадов. Концы шлангов присоединяются к клеммам, имеющим надписи Афз1, З1, К1. Клеммы-лепестки, обозначенные через Афз2, З2, К2, соединяются с клеммами другого фотокаскада, имеющего обозначение клемм-лепест-

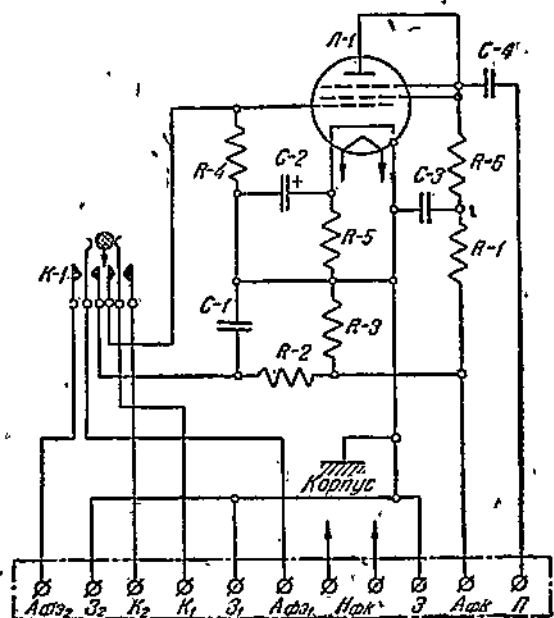


Рис. 233. Принципиальная схема фотокаскада ФЗК-5 (схема № 1)

ков $A_{\phi 1}$, Z_1 , K_1 . Клеммы-лепестки второго фотокаскада, обозначенные через $A_{\phi 2}$, Z_2 , K_2 , остаются свободными. Как и в других типах аппаратуры, ФЭК-5 крепится между проекторами на стене.

Из принципиальной схемы ФЭК-5 (рис. 233) мы видим, что он представляет собой однокаскадный усилитель низкой частоты, собранный по схеме на сопротивлении и работающий на электронной лампе типа 6Ж7, включенной триодом. Применение лампы 6Ж7 в схеме ФЭК-5 вызвано её конструктивными особенностями, а именно: выводом её управляющей сетки отдельно сверху баллона лампы от остальных электродов, в частности от нити накала. Это даёт возможность при работе устройства избежать помех (фона), вызываемых наводками цепи накала, питаемого переменным током, на цепь управляющей сетки. Кроме того этот тип лампы в сравнении, например, с лампой 6С5 обладает меньшим микрофонным эффектом. На входе фотокаскада стоит ключ $K-7$, с помощью которого фотоэлементы могут быть включены, как указывалось выше, или на один или на другой фотокаскад (рабочий комплект усилительного устройства или аварийный).

Спецификация к принципиальной схеме ФЭК-5

Обозначение на схеме	Наименование	Данные	Тип, марка
R-1	Сопротивление	$50\,000\ \Omega \pm 5\,000\ \Omega$	СС
R-2, R-4,	»	$200\,000\ \Omega \pm 50\,000\ \Omega$	»
R-3 ¹⁾	»	$250\,000\ \Omega \pm 15\,000\ \Omega$	»
R-5	»	$1\,500\ \Omega \pm 100\ \Omega$	»
R-6	»	$10\,000\ \Omega \pm 500\ \Omega$	»
C-1	Конденсатор бумажный	$0,1\ \mu F \pm 0,05\ \mu F$; $U_{исп} = 900\ V$	БК-300-01
C-2	Конденсатор электролитический	$20\ \mu F$; $U_{исп} = 15\ V$; $U_{раб} = 10\ V$	ЭК-1
C-3	Конденсатор бумажный	$2\ \mu F$; $U_{исп} = 900\ V$	БП-300-2
C-4	»	$0,10\ \mu F \pm 0,02\ \mu F$; $U_{исп} = 900\ V$	БК-300-01
Л-1 ²⁾	Электронная лампа	См. главу I	6Ж-7
K-7	Ключ кнопочный с арретиром	Шестипружинный	№ 3821

Для включения рабочего фотокаскада следует отжать на себя кнопку ключа $K-7$. На аварийном фотокаскаде ключ $K-7$ также должен стоять в положении «на себя» (отжать). В этом случае другой фотокаскад окажется от фотоэлементов отключённым³⁾. Нагрузочным сопротивлением фотоэлемента и одновременно сопротивлением утечки сетки лампы 6Ж7 является сопротивление $R-4$; следовательно, применён обычный вид входа. Смещение на сетку лампы 6Ж7 осуществляется автоматически от сопротивления $R-5$, заблокированного конденсатором $C-2$. Питание нити накала осуществляется переменным током от специальной понижающей обмотки силового трансформатора выпрямителя. Анодная цепь лампы 6Ж7 составлена из нагрузочного сопротивления $R-6$ и сопротивления развязки $R-1$, заблокированного конденсатором $C-3$. Для связи анодной цепи фотокаскада ФЭК-5 со входом усилителя служит переходной конденсатор $C-4$. Подача напряжения на аноды фотоэлементов производится с делителя напряжения, составленного из сопротивления $R-4$ (расположенного в усилителе) и сопротивления $R-3$. Вынесение сопротивления одного из плеч делителя (сопротивление $R-4$) в усилитель сделано с целью уменьшить помехи, вызванные наводкой провода анодного питания на цепь сетки первого каскада усилителя при их совместной работе.

Сопротивление $R-2$ совместно с конденсатором $C-1$ выполняют функцию развязывающей ячейки анодной цепи фотоэлементов.

Пульт микшера ПЭК-5 (рис. 234). Представляет собой металлический ящик с откидной крышкой 5, внутри которого на наклонной панели размещены: слева — кнопки сигнализации $K-3$ 4, справа — кнопка тонфильтра $K-1$ 1 и выключатель $K-2$ 2 лампы освещения (Л-1) пульта, в центре — рукоятка 3 регулятора громкости; при вращении

¹⁾ Может быть типа ГО.

²⁾ Включена триодом.

³⁾ При работе с аварийного комплекта кнопка ключа $K-7$ должна остаться в положении «на себя» (отжать), а на рабочем фотокаскаде (который испортился) кнопка ключа $K-7$ должна быть нажата «от себя».

этой рукоятки по часовой стрелке уровень громкости возрастает. Для того чтобы срезать высокие частоты (свыше 5000 Hz) необходимо нажать кнопку 1. На рис. 235 изображена принципиальная схема пульта микшера ПЗК-5. Из этой схемы мы видим

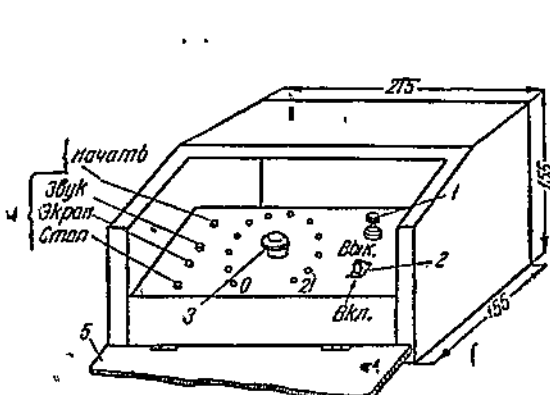


Рис. 234. Общий вид пульта микшера ПЗК-5.
1 — кнопка ключа коррекции; 2 — выключатель лампы освещения пульта; 3 — рукоятка регулятора громкости; 4 — кнопки сигнализации; 5 — откидная дверца

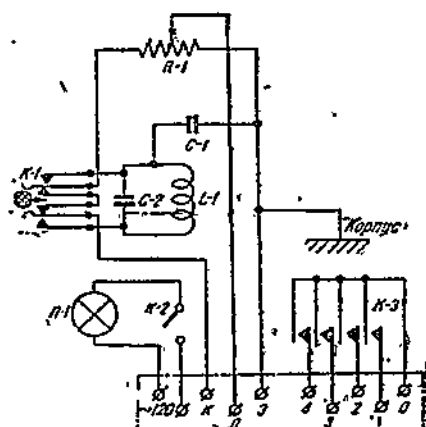


Рис. 235. Принципиальная схема пульта микшера ПЗК-5

что последовательно с потенциометром $R-7$ с помощью ключа $K-1$ может быть включён фильтр, составленный из катушки $L-1$ и ёмкости $C-2$, а также ёмкости $C-1$. Фильтр служит для среза высоких частот (свыше 5000 Hz)¹⁾.

Спецификация к схеме пульта микшера ПЗК-5

Обозначение на схеме	Наименование	Данные	Тип, марка
$L-1$	Катушка фильтра	$L=0,4H$; 7 500 витков $\Pi\Phi \varnothing 0,15$ $2000 \mu F \pm 200 \mu F$ $700 \mu F \pm 50 \mu F$ Шестипружинный Однополюсный	ПЗК-5
$C-1$	Конденсатор бакелитовый		11-00
$C-2$	»		A
$K-1$	Ключ кнопочный с арретиром		№ 3821
$K-2$	Выключатель бакелитовый	120 V 15 W	Тумблер ПЗК-5
$K-3$	Кнопки сигнализации		10-00
$L-1$	Лампа пальцеобразная		«Пилона» РГ-3
$R-7$	Регулятор громкости		01-00

Регулятор громкости конструктивно выполнен аналогично РГ-3 и имеет те же данные (см. стр. 155). Общий предел регулировки усиления 40 db, т. е. в сто раз. Потенциометр разбит на секции. Пять ступеней по 3 db; пять по 2 db и десять по 1,5 db.

Шкаф усилителя (рис. 232 и 236).¹⁾ Имеет габариты 1060 × 615 × 260 мм, сварен из уголкового железа и состоит из трёх отсеков, расположенных друг над другом. В эти отсеки вдвигаются: в верхний — выпрямитель, в средний — панель управления, а в нижний — усилитель. В основании шкафа (справа и на дне) размещены две расширочные планки (рис. 237), к которым подсоединяются концы от фотокаскада, пульта микшера (от регулятора громкости), громкоговорителей, сети и «земли». Там же размещены два предохранителя и разъёмные колодки-планки, назначение которых — крепить гибкие шланги монтажа. Сверху, снизу и сзади к шкафу приварены металлические панели. С боков шкаф закрывается отвинчивающимися панелями, через которые осуществляется доступ к расширочным панелям усилителя, выпрямителя и панели управления. С лицевой стороны отсеки выпрямителя и усилителя закрываются двер-

¹⁾ Часть УСУ-5 тонфильтров не имеет.

цами; через эти дверцы осуществляется доступ к электронным лампам устройства, а также к его деталям. Кроме того на лицевой стороне шкафа помимо деталей панели управления размещены: внизу в центре — ключ (К-1), с помощью которого производится выключение звукового конца линии к громкоговорителям; панель со штеккерными гнездами, служащими для измерения токов в плечах пуш-пулла и общего выпрямленного напряжения. Сбоку (справа) на шкафу в верхнем его углу размещён контрольный громкоговоритель со своим регулятором громкости. Выпрямитель, панель управления, усилитель, контрольный громкоговоритель, расшивочные планки и предохранители соединены между собой внутри шкафа с помощью автогратного провода, отдельные концы составляют жгут. Принципиальная схема межпанельных соединений в шкафу УЗК-5 приведена на рис. 237, где пунктирными квадратами обозначены расшивочные планки отдельных элементов устройства. Каждый вывод (лепесток) на расшивочной планке обозначен соответствующей буквой или цифрой, выводы же с одинаковыми обозначениями соединены между собой.

Усилитель УЗК-5 конструктив- 04-00

но оформлен весьма схоже с усилителями У-1, УЗК-9 и УЗК-3. На шасси размещены детали и лампы (рис. 238), с торцовых сторон — расшивочные планки с лепестками, спереди — панель со штеккерными гнездами.

Внутри шасси размещены мелкие детали и сделан соединительный монтаж (рис. 239). Шасси специального дна не имеет; дном служит дно шкафа.

На рис. 240 приведена принципиальная схема усилителя УЗК-5, из которой видно, что усилитель УЗК-5 представляет собой четырёхкаскадный усилитель низкой частоты, первые три каскада которого являются каскадами напряжения, а четвёртый — оконечным каскадом.

Подача напряжения звуковой частоты от одного из трёх первоисточников (фотокаскада, адаптера или микрофона) на вход усилителя осуществляется с помощью ключа К-1, замонтированного на шасси усилителя. При работе с фотокаскадом концы, идущие ко входной цепи усилителя, подсоединяются к лепесткам, имеющим надпись Π_1 и 3 (левая планка усилителя). В этом случае входная цепь усилителя состоит из сопротивления $R-6$, служащего для внесения устойчивости при работе устройства и отсутствия щелчков при переключении ключа К-1, ячейки корректирующего фильтра, составленного из сопротивления $R-1$ и одного или двух конденсаторов $G-7$, $C-12$, а также сопротивления $R-5$, утечки сетки лампы 6Ф5. Наличие в схеме ячейки корректирующего фильтра (сопротивление $R-1$ и ёмкости $C-1$, $C-12$) вызвано желанием дать возможность подобрать наилучшие условия воспроизведения высоких частот в данном зрительном зале. Для этого делают соответствующие соединения между собой лепестков, обозначенных буквами Π_1 и Π_2 . При работе с адаптера подача напряжения звуковой частоты на вход усилителя производится через делитель, составленный из сопротивлений R_2 и R_3 . При работе с микрофона используется микрофонный трансформатор Т-1.

Первые два каскада усилителя собраны по схеме на сопротивлениях; третий каскад собран по комбинированной дроссельно-трансформаторной схеме; оконечный каскад — по схеме пуш-пулл. В первом каскаде работает лампа 6Ф5. Во втором и третьем каскадах работают лампы 6С5, а в оконечном — четыре лампы УО-186, по две в каждом плече. Для всех ламп усилителя применено автоматическое смещение от сопротивлений R_9 , R_8 , R_{10} , размещённых внутри шасси усилителя, и сопротивления R_6 , размещённого внутри шасси выпрямителя. Сопротивления смещения заблокированы ёмкостями C_9 , C_7 и C_8 . Сопротивления R_8 , R_{12} и R_{11} — сопротивления утечек ламп. Сопротивления R_{13} зашунтировано потенциометром регулятора громкости. Сопротивления R_2 , R_{17} , дроссель Д-1, в сочетании с трансформатором Т-2, и трансформатор Т-3 служат полезной нагрузкой ламп усилителя. Конденсаторы C_9 , C_{10} и C_{11} — переходные конденса-

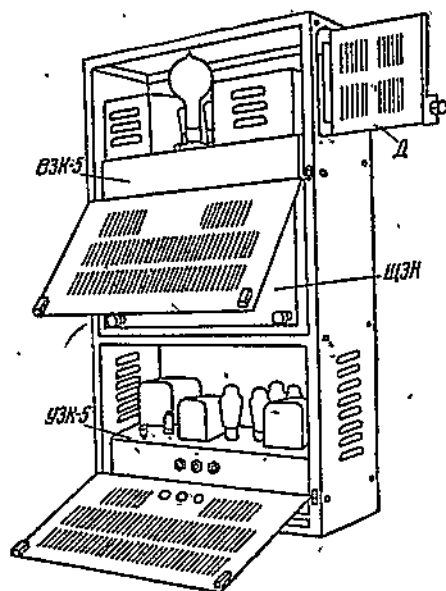


Рис. 236. Шкаф УЗУ-5 с открытыми дверцами

торы. Комбинации из сопротивлений R_{10} , R_{11} и R_{24} и конденсаторов C_3 , C_4 и C_5 выполняют роль развязывающих ячеек анодных цепей усилителя и добавочных ячеек фильтра выпрямителя; ту же функцию выполняет сопротивление R_4 и конденсатор C_2 , о которых уже упоминалось выше и которые по существу относятся к фотокаскаду.

Сопротивления R_{20} и R_{21} — шунты к измерительному прибору, включённые параллельно штеккерным гнездам Ш-1 и Ш-2. Последовательно со штеккерным гнездом Ш-3 включено добавочное сопротивление R_{22} к измерительному прибору. Сопротивления R_{14} и R_{15} — шунты ко вторичной обмотке переходного трансформатора Т-2. Сопротивление R_{10} , как известно, служит для корректирования частотной характеристики на низких частотах. Назначение сопротивления R_{10} — устранить неустойчивость работы усилителя при больших перегрузках оконечного каскада.

Выходной трансформатор Т-3 усилителя секционирован и позволяет включить внешнюю нагрузку (звуковые катушки громкоговорителей) с сопротивлением в 10 и 20 Ω , а также обмотки контрольного громкоговорителя (0,5 Ω).

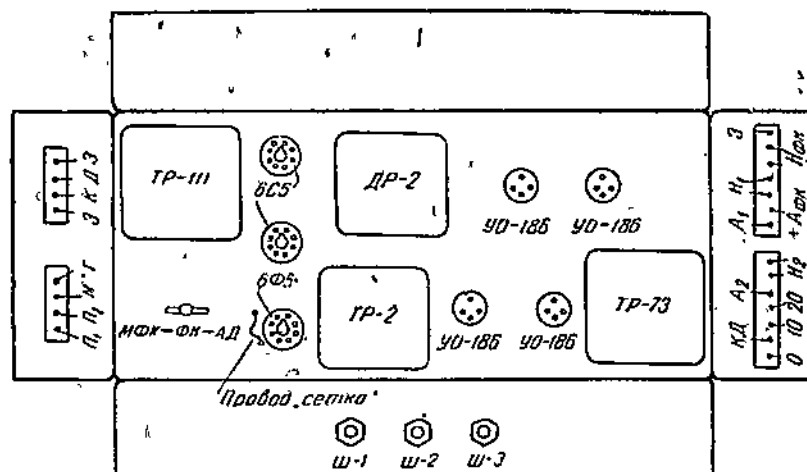


Рис. 238. Расположение деталей и ламп на шасси усилителя УЗК-5

Нити накалов всех электровакуумных ламп усилителя питаются непосредственно переменным током от понижающих (накальных) обмоток силового трансформатора выпрямителя. В цепи накала H_1 и $H_{фк}$ включено сопротивление «средней точки».

Электроакустические данные усилителя УЗК-5

- Номинальное входное напряжение:
 - для фотоэлементного входа (при отключённых конденсаторах коррекции) 12 mV
 - для входа адаптера 80 mV
 - для микрофонного входа 2,5 mV
- Мощность усилителя 15 W при коэффициенте нелинейных искажений:
 - на частоте 80 Hz — 4%
 - на частоте 100 Hz — 2%
- Частотная характеристика от 80 до 8000 Hz при наибольшем отклонении $\pm 1,5$ db (при бросированных кабелях, подключённых к фотоэлементам)
- Уровень помех усилителя — 50 db

Выпрямитель УЗК-5 конструктивно оформлен аналогично усилителю и состоит из низкого шасси (рис. 245), сверху которого размещены детали (дроссели и силовой трансформатор), закрытые железными кожухами, кенотроны и тунгар. С боков шасси (с торцевых сторон) размещены расширочные планки с лепестками, к которым припаяны концы проводов межламельных соединений. Внутри шасси выпрямителя размещены мелкие детали и сделан соединительный монтаж (шинка окрашена для цепей низкого напряжения в зелёный цвет и для цепей высокого напряжения — в синий). На рис. 246 дано расположение деталей внутри шасси выпрямителя. Он со-

стоит (рис. 247) из двух отдельных выпрямителей. Один из выпрямителей, работающий на двух кенотронах 6Х-188, служит для питания анодных цепей электронных ламп усилителя и фотоэлементов, а другой выпрямитель работает на тунгаре ВГ-176 и служит для питания возбуждения громкоговорителей и лампы просвечивания. Оба выпрямителя используют одну общую повышающую обмотку II силового трансформатора Т-7; при этом на тунгар Л-3 подается часть общего напряжения, развиваемого повышающей обмоткой II. Средний вывод этой обмотки является общим «минусом» выпрямленного напряжения. Нити накалов кенотронов Л-1 и Л-2 питаются от понижающей

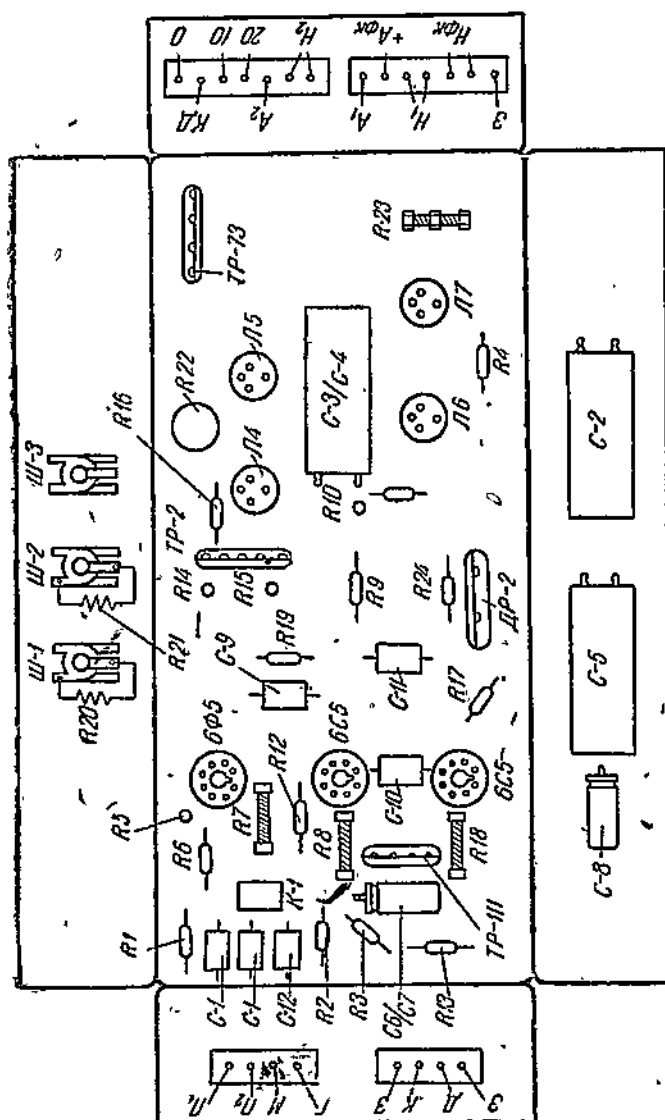


Рис. 239. Примерное расположение деталей внутри усилителя УЗК-5А

обмотки V силового трансформатора Т-7, а нить накала тунгара Л-3 питается от обмотки III. От обмотки V сделан средний вывод, который является «плюсом» выпрямленного высокого напряжения. В его цепь включены ячейки фильтра, составленные из дросселя D-7, сопротивлений R-1 и R-4 и конденсаторов C-1, C-2 и C-3. В то же время сопротивления R-1 и R-4 совместно с сопротивлением R-2 составляют делитель, напряжения для цепи А₁. Для облегчения изготовления в условиях производства проволочного сопротивления R-1 и подбора необходимого режима параллельно этому сопротивлению включено сопротивление с активированным слоем R-4.

В тунгоровом выпрямителе от среднего вывода накальной обмотки III снимается плюсовое выпрямленного низкого напряжения. В его цепь включены предохранитель ПР-1 и дроссель D-2, который является частью ячейки фильтра цепей питания ламп просвечивания и возбуждения громкоговорителей. Остальная часть фильтра вынесена на панель управления.

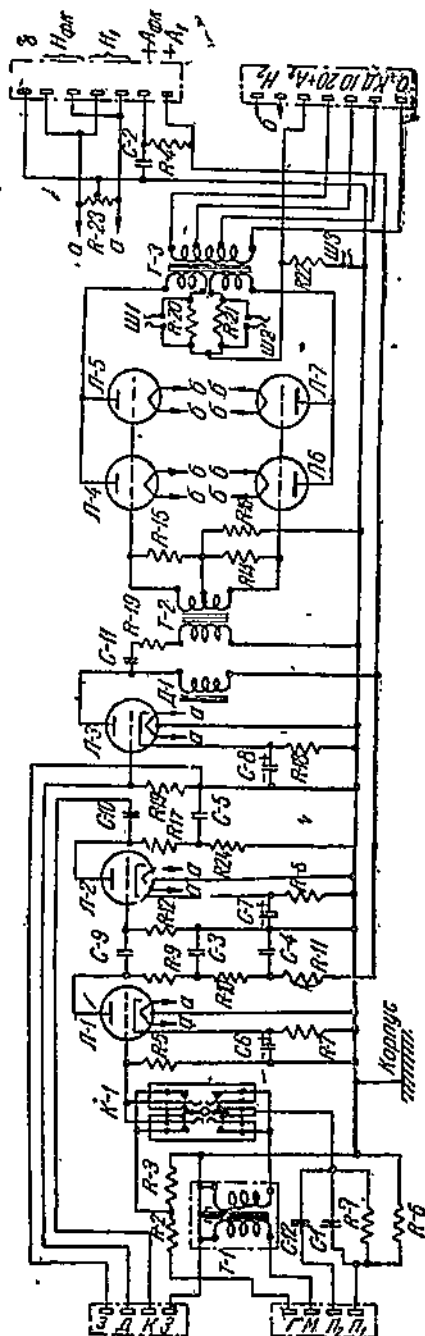
Первичная обмотка силового трансформатора Т-1 выпрямителя разбита на две секции, включаемые или в параллель или последовательно и рассчитанные на напряжение 95V или 190V.

Панель управления УЗК-5 служит

для управления подводимым сетевым напряжением к первичной обмотке силового трансформатора выпрямителя. Конструктивно панель управления оформлена в виде угловой панели, на вертикальной части которой (рис. 236) размещены: вольтметр переменного тока ИП-2; магнитоэлектрический прибор ИП-1, снабженный шнуром и оканчивающийся штеккерной вилкой ШТ-1; двухполюсный рубильник Р-1; переключатель П-1 автотрансформатора АТ-1; автотрансформатор АТ-1; штеккерные гнезда I_1 и I_2 . Остальные детали, входящие в схему панели управления, размещены на горизонтальной части угловой панели. С правой стороны имеется расшивочная планка с лепестками, к которым припаяны все концы соединительного монтажа панели управления. На рис. 248 дан общий вид панели управления (с её развёрнутым чертежом).

На рис. 249 дана принципиальная схема панели управления. Схема по существу объединяет в себе три самостоятельных цепи: а) цепь автотрансформатора и выпрямителя; б) цепь питания лампы просвечивания и возбуждения громкоговорителей; в) цепь измерительного прибора ИП-1.

Сеть переменного тока с напряжением 127/220 V подводится согласно принципиальной схеме межпанельных соединений УЗК-5 (рис. 237) к лепесткам, имеющим обозначение 127 V, расшивочной платки. Далее через двухполюсный рубильник Р-1 один из двух концов подводится к разрезному ползуну переключателя П-1 автотрансформатора АТ-1, который, скользя по кнопкам переключателя, соединяется с одной из секций автотрансформатора. Второй конец от рубильника Р-1 подходит к расшивочной планке, где происходит переключение выводов от автотрансформатора АТ-1. В зависимости от напряжения сети — 127 или 220V сетевое напряжение подводится либо к части обмотки автотрансформатора, либо ко всей обмотке; соответственно с автотрансформатора снимается либо 95, либо 190 V (следует помнить, что при сетевом напряжении 220 V необходимо произвести переключения на расшивочной планке выпрямителя). Для контроля за напряжением, снимаемым с автотрансформатора АТ-1 и подводимым к выпрямителю (нормально это напряжение должно быть равно 95 V), служит вольтметр ИП-2.



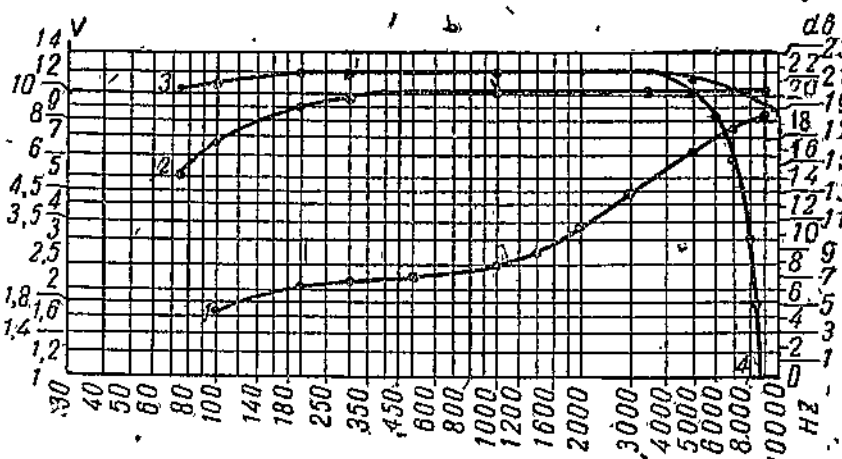


Рис. 241. Частотная характеристика усилителя УЗК-5

Условия испытаний: кривая 1 — подача на вход фотокаскада $U_{ex} = 3$ мВ; $R_H = 10 \Omega$; кривая 2 — подача на микрофонный вход усилителя УЗК-5 без фильтра высокой частоты. Подача в разрыв сопротивления, эквивалентного внутреннему сопротивлению микрофона $R_M = 500 \Omega$; $R_H = 10 \Omega$; кривая 3 — подача в разрыв входного сопротивления лампы фотокаскада $U_{ex} = 13$ мВ; $R_H = 10 \Omega$; кривая 4 — подача на сетку первого каскада (без коррекции) $U_{ex} = 16$ мВ при включённом фильтре высокой частоты; $R_H = 10 \Omega$

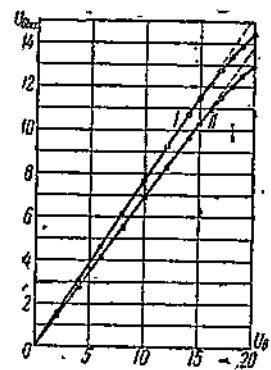


Рис. 242. Амплитудная характеристика

Условия испытаний: $U_{сети} = 95$ В; $R_H = 10 \Omega$; кривая I — $f = 1000$ Гц; кривая II — $f = 80$ Гц; $U_{вых} = -f(U_{вх})$

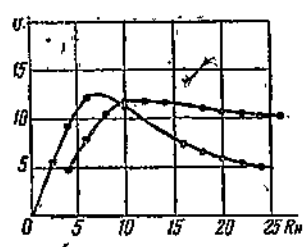


Рис. 244. Нагрузочная характеристика УЗК-5

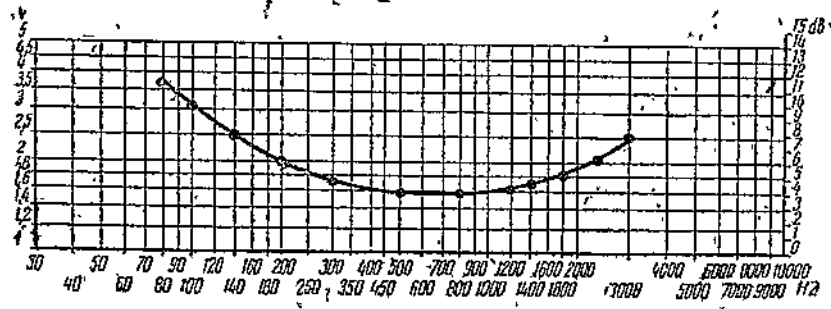


Рис. 243. Кривая зависимости клирфактора от частоты

Спецификация к схеме усилителя УЗК-5
04-00

Обозначение на схеме	Наименование	Данные	Тип, марка
T-1	Трансформатор микрофонный	{ Ж-Г—13×26 I—350×2 витка ПЭ Ø 0,2 II—2450×2 витка ПЭ Ø 0,08	ТР-111
T-2 ¹⁾	Трансформатор переходной	{ Ж-Ш—19×30 I—3000 витков ПЭ Ø 0,1 II—3000×2 витка ПЭ Ø 0,1	ТР-2
T-3	Трансформатор выходной	{ Ж-Ш—23×42 I—850×2 витка ПЭ Ø 0,35 II—12+68+35 витков ПЭ Ø 1,2	ТР-73
D-1	Анодный дроссель	{ Ж-Ш—19×30; зазор 0,5 мм 5400 витков ПЭ Ø 0,2	ДР-2
R-1 ²⁾	Сопротивление	400 000 Ω ± 15 000 Ω; 0,25 W	ТО
R-2	То же	40 000 Ω ± 4 000 Ω; 1 W	СС
R-3; R-4	»	10 000 Ω ± 1 000 Ω; 1 W	»
R-5; R-6	»	75 000 Ω ± 3 000 Ω; 1 W	»
R-7; R-8	»	1 500 Ω ± 100 Ω; 1 W	»
R-9	»	25 000 Ω ± 2 000 Ω; 1 W	»
R-10; R-11	»	30 000 Ω ± 5 000 Ω; 1 W	»
R-12; R-13	»	200 000 Ω ± 20 000 Ω; 1 W	»
R-14; R-15	»	10 000 Ω ± 1 000 Ω	»
R-16	»	600 Ω ± 30 Ω	»
R-18	»	50 000 Ω ± 1 000 Ω	»
R-19	»	—	—
R-20; R-21	Сопротивление проводочное	≈ 0,75 Ω манганин Ø 0,35	—
R-22	То же	33 000 Ω манганин ПШО Ø 0,07	УЗК-5 38-00
R-23 ³⁾	»	50 Ω манганин ПШО Ø 0,18	УЗК-5 04-06
R-17—R-24	Сопротивление	30 000 Ω ± 5 000 Ω	СС
K-1	Ключ	Двенадцатипружинный типа «И»	№ 3814
C-1 ⁴⁾	Конденсатор бакелитовый	225 μF ± 20 μF; U _{исп} = 3000 V	А
C-2; C-3	Конденсатор бумажный	2 μF; U _{исп} = 900 V	БП-300-2
C-4; C-5	Конденсатор электролитический	20 μF; U _{исп} = 15 V; U _{раб} = 10 V	ЭК-1
C-6; C-7	Конденсатор бумажный	0,05 μF ± 0,005 μF; U _{исп} = 900 V	БК-300-0,05
C-8	»	0,25 μF ± 0,05 μF; U _{исп} = 900 V	БК-300-0,25
C-9	»	0,1 μF ± 0,01 μF; U _{исп} = 900 V	БК-300-01
C-10	»	—	—
C-11	»	—	—
C-12	» бакелитовый	700 μF ± 50 μF; U _{исп} = 3000 V	А
Ш-1; Ш-2	Штеккерное гнездо	—	ШГ-2
Ш-3	Электронная лампа	—	6Ф5
Л-1	»	—	6С5
Л-2; Л-3	»	—	УО-186
Л-4; Л-5	»	—	—
Л-6; Л-7	»	—	—

¹⁾ Отвод от середины вторичной обмотки.

²⁾ Или два сопротивления по 200 000 Ω типа СС последовательно.

³⁾ Отвод от середины.

⁴⁾ Составлен из двух конденсаторов по 125 μF и 100 μF, параллельно включенных.

В целях избежания разрывов цепи питания при переключениях секций автотрансформатора АТ-1 переключатель ПТ-1 имеет разрезной ползунок, в разрыв которого включено сопротивление. Таким образом переключение секций автотрансформатора АТ-1 разрезным ползуном, во-первых, не вызывает разрыва цепи питания, а во-вторых, не вызывает короткого замыкания секций автотрансформатора, возможного в по-

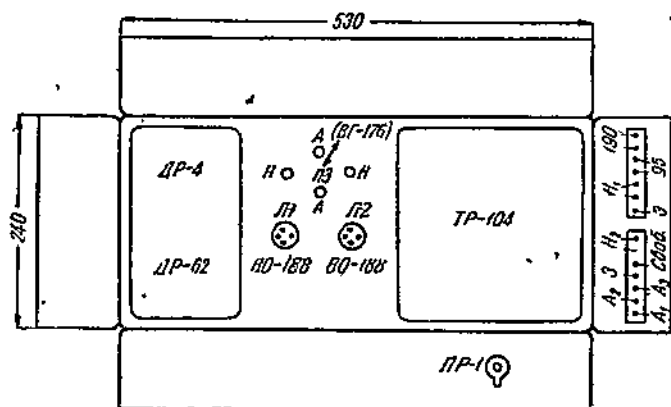


Рис. 245. Расположение деталей и ламп на шасси выпрямителя

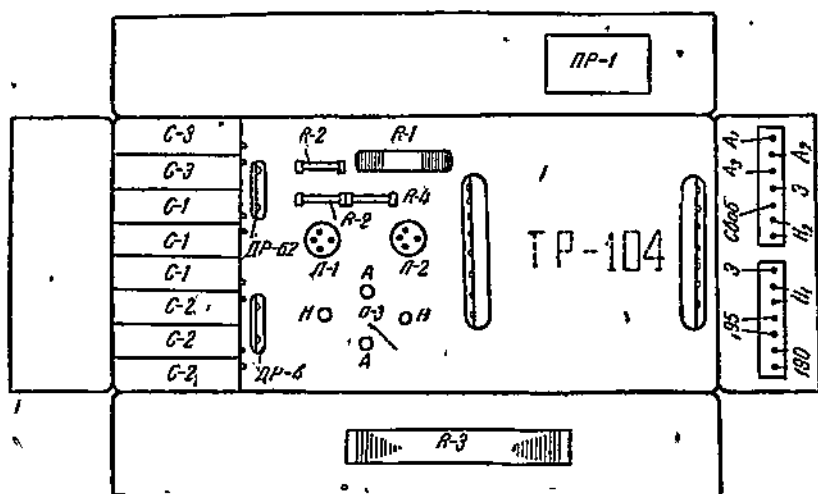


Рис. 246. Расположение деталей внутри шасси выпрямителя

ложении ползуна на двух соседних кнопках. Благодаря разрезному ползуну при переключении секция на мгновение оказывается замкнутой на сопротивление ползуна, и не происходит ни короткого замыкания, ни разрыва цепи.

ВНИМАНИЕ! Избегайте искусственной задержки ползуна в промежуточном положении, иначе произойдет авария.

Вторая цепь — цепь тунгарового выпрямителя — состоит из двух ветвей. Первая ветвь, в которую входит штеккерное гнездо I_2 (Ш-2) с шунтом $R-2$ и конденсатор C_1 , служит для питания обмоток возбуждения громкоговорителей (клеммы + ВД и З). Во вторую ветвь входят дроссель фильтра $D-7$, штеккерное гнездо I_1 (Ш-1), остаток

$R-3$ и выключатель $P-2$. После дросселя $D-1$ включен конденсатор фильтра $C-2$. Линия питания лампы просвечивания присоединяется к лепесткам $+ЛП$ и $З$. Назначение реостата $R-3$ — подобрать нужную величину тока в цепи лампы просвечивания; эта величина определяется по измерительному прибору ИП-1, штеккерная вилка шнура которого включается в штеккерное гнездо I_1 (Ш-1).

Нормальное значение тока лампы просвечивания 2,5 А. Назначение выключателя $P-2$ — осуществлять переход лампы просвечивания (они между собой запараллелены) с рабочего комплекта усилительного устройства УСУ-5 на аварийный. Для этого обе панели рабочего и аварийного устройства (их лепестки

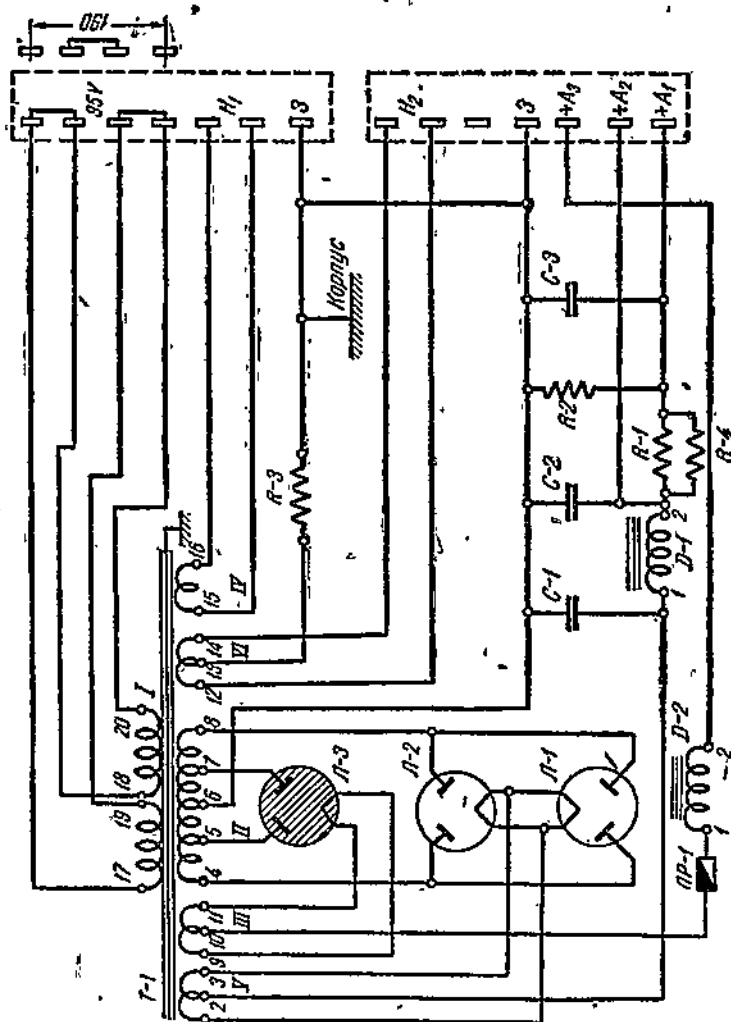


Рис. 247. Принципиальная схема выпрямителя УЗК-5 02-00

с надписью $+ЛП$ и $З$) имеют соединение. К этим же лепесткам, к одной из панелей, подходит линия питания лампы просвечивания. Когда оба выключателя $P-2$ панелей выключены, то лампы просвечивания не горят (имеется в виду, что выпрямители обоих комплектов аппаратуры в это время включены). Но стоит включить один из выключателей $P-2$ на рабочем или аварийном комплекте, как в цепи лампы просвечивания будет подаваться питание.

Одновременного включения выключателей $P-2$ нужно избегать, хотя это опасности не представляет.

Описанный способ перехода с рабочего комплекта аппаратуры на аварийной представляет несомненные удобства в эксплуатации и не требует устройства на местах каких-либо дополнительных переключателей.

Измерительный прибор ИП-1 имеет конструкцию, аналогичную описанному ПИП (стр. 162). На приборе вдоль шкалы имеются три ряда цифр: верхний ряд соответствует шкале на 5 А, средний — шкале на 100 мА и нижний — шкале на 500 В. Система прибора рассчитана на 15 мА, 75 мВ.

Таблица 27

Обозначение штекерного гнезда	Измеряемая величина	Шкала прибора	Нормальное значение
I_1 (Ш-1) ¹⁾ I_2 (Ш-2) ¹⁾	Ток в цепи лампы просвечивания Ток в цепи возбуждения громкоговорителей (два ГДВ-2) ¹⁾	5 А	2,5 А
I_3 (Ш-1) ²⁾ I_4 (Ш-2) ²⁾	Ток плеча пуш-пулла Ток плеча пуш-пулла	5 А 100 мА 100 мА	2,4 А 70 мА 70 мА
$V_{об}^2)$	Анодное напряжение на пуш-пулле (лепестки 0—A ₂)	500 В	440 В
ИП-2 ¹⁾ I_5 (Ш-2) ¹⁾	Напряжение, подводимое к выпрямителю Ток в цепи возбуждения громкоговорителей (четыре ГДД-8)	— 5 А	140 В 2,7 А

Контрольный громкоговоритель. Применяемый в комплекте УСУ-5 контрольный громкоговоритель является громкоговорителем диффузорного типа с постоянным магнитом (тип громкоговорителя Д-1). Контрольный громкоговоритель крепится на шкафу усилителя. Последовательно с его звуковой катушкой введен реостат (15 Ω), с

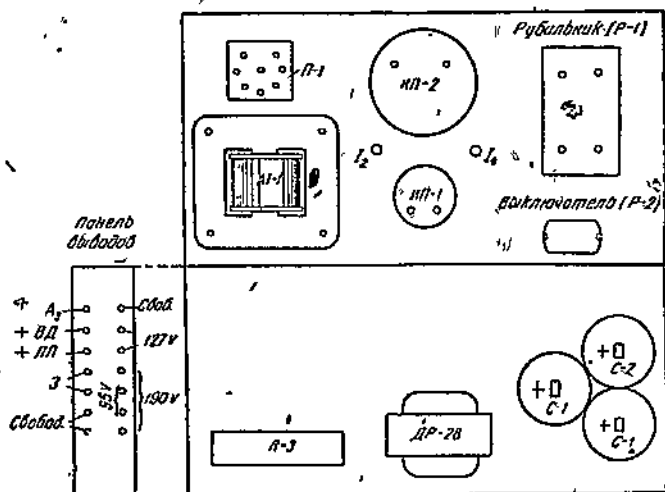


Рис. 248. Расположение деталей внутри панели управления

помощью которого возможно изменять уровень громкости. Контрольный громкоговоритель подключается согласно принципиальной схеме межпанельных соединений (рис. 237) к лепесткам с надписью 0 и КД расшивочной панели усилителя (правая сторона).

Громкоговорители. Входящие в комплект УСУ-5 громкоговорители типа ГРА-2м (2 шт.) состоят из головки ГДВ-2 и рупора РСД-2м.

Маломощный бронированный кабель. Входящий в комплект УСУ-5 бронированный кабель сделан аналогично бронированному кабелю, описанному на стр. 333.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСИЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА УСУ-5. Пуск заранее смонтированной аппаратуры производится в следующем порядке: 1) регулятор громкости (пульт микшера ПЗК-5) ставится в среднее положение; 2) рукоятка регулятора громкости контрольного громкоговорителя ставится в среднее положение (рукоятка размещена в непосредственной близости от контрольного громкоговорителя); 3) на рабочем фотокакаде (при двухканальной системе) кнопка ключа К-1 отжимается «на себя». На аварийном комплекте кнопка ключа К-1

¹⁾ Штекерное гнездо установлено на панели управления.

²⁾ Штекерное гнездо установлено на шасси усилителя.

УЗК-5
02-00
 Спецификация к схеме выпрямителя

Обозначение на схеме	Наименование	Данные	Тип, марка
T-1	Трансформатор силовой	Железо-Г—50×50 I—190×2 витка ПЭ Ø 1,2 II—(924+96) × 2 витка ПЭ Ø 0,35; ПБД Ø 1,62 III—2+3 витка ПБД Ø 2,44 IV—13 витков ПБД Ø 1,62 V—4+4 витка ПБД Ø 1,62 VI—4+4 витка ПБД Ø 1,62	ТР-104
Л-1; Л-2	Кенотрон	См. главу I	ВО-188
Л-3	Газотрон	»	ВГ-176
С-1	Конденсатор бумажный	2×1 μF; U _{исп} = 1500 В	БП-500-1
С-2	»	4×1 μF; U _{исп} = 1500 В	БП-500-1
С-3	»	2×2 μF; U _{исп} = 900 В	БП-300-2
R-1	Сопротивление трубчатое	10 000 Ω	Тип IV № 414
R-2	Сопротивление с активированным слоем	50 000 Ω (три по 150 000 Ω включены в параллель)	СС
R-3	Сопротивление проволочное	580 Ω никелин Ø 0,25	УЗК-5 17-00
R-4	Сопротивление	80 000 Ω	СС
D-1	Дроссель фильтра	Ж-Ш—28×40; зазор 1 мм 15 500 витков ПЭ Ø 0,3	ДР-4
D-2	»	Ж-Ш—28×63; зазор 1,5 мм 150 витков ПБД Ø 1,65	ДР-62
ПР-1	Предохранитель	6А 250 В	Е-27

ставится в положение «от себя» (нажать кнопку). Это верно при условии, что малоёмкостные бронированные кабели заведены в рабочий фотокаскад; 4) на панели управления шкафа УЗК-5 рабочего комплекта выключатель Р-2 включается (ставится в положение замыкания цепи), а на панели управления шкафа УЗК-5 аварийного комплекта выключатель Р-2 выключается (цепь разорвана); 5) реостат R-3 на панели управления шкафа УЗК-5 ставится в положение, соответствующее максимальному сопротивлению; 6) рукоятка переключателя П-1 автотрансформатора (панель управления) ставится до отказа против часовой стрелки; 7) штеккерная вилка ШТ-1 шнура измерительного прибора ИП-1 вставляется в штеккерное гнездо, имеющее надпись «V» (штеккерное гнездо Ш-3), расположенное на усилителе; 8) ключ К-1 на усилителе ставится в положение, соответствующее работе с пайки (с фотокаскада); 9) на одном из проекторов включается рубильник лампы просвечивания; 10) включается рубильник сети Р-1, расположенный на панели управления; 11) вращая (если необходимо) по часовой стрелке рукоятку переключателя П-1, подбирают по измерительному прибору — вольтметру ИП-2 напряжения в 95 В; 12) переставляя штеккерную вилку ШТ-1 измерительного прибора ИП-1 поочередно во все штеккерные гнезда устройства, проверяют режим по данным таблицы и в случае надобности подбирают лампы. В случае необходимости вращают рукоятки соответствующих регулировочных приспособлений. Окончательная регулировка устройства должна производиться по измерительному прибору ИП-1; 13) выключения ведут в обратном порядке; 14) в случае необходимости (например, при работе с адаптера или при демонстрации фильма малой технической годности — испарившаяся фотограмма) путём нажатия кнопки ключа К-1 на пульте микшера подбирают необходимую полосу частот (корректирование воспроизводимой полосы путём включения фильтра, составленного сопротивлением R-1 и ёмкостями С-1 и С-2 производится техником-установщиком при оборудовании и дальнейшем переключениям не подлежит).

ВНИМАНИЕ! В случае какой-либо неисправности немедленно выключите рубильник Р-1 на панели управления и до устранения аварии устройство не включайте.

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ УСИЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА УСУ-5:

1) громоздкость шкафа; 2) трудный доступ к элементам устройства шкафа; 3) невозможность испытания вынутых из шкафа усилителя, выпрямителя и панели управления без сложной напайки кондов монтажа; 4) плохое охлаждение внутри шкафа, в результате чего вытекает парафин из конденсаторов фильтра и их пробивает (конденсаторы размещены в горизонтальном положении); 5) сложность доступа к клемме $K-7$, переключающему вход усилителя на работу с фотокаскада, микрофона и адап-

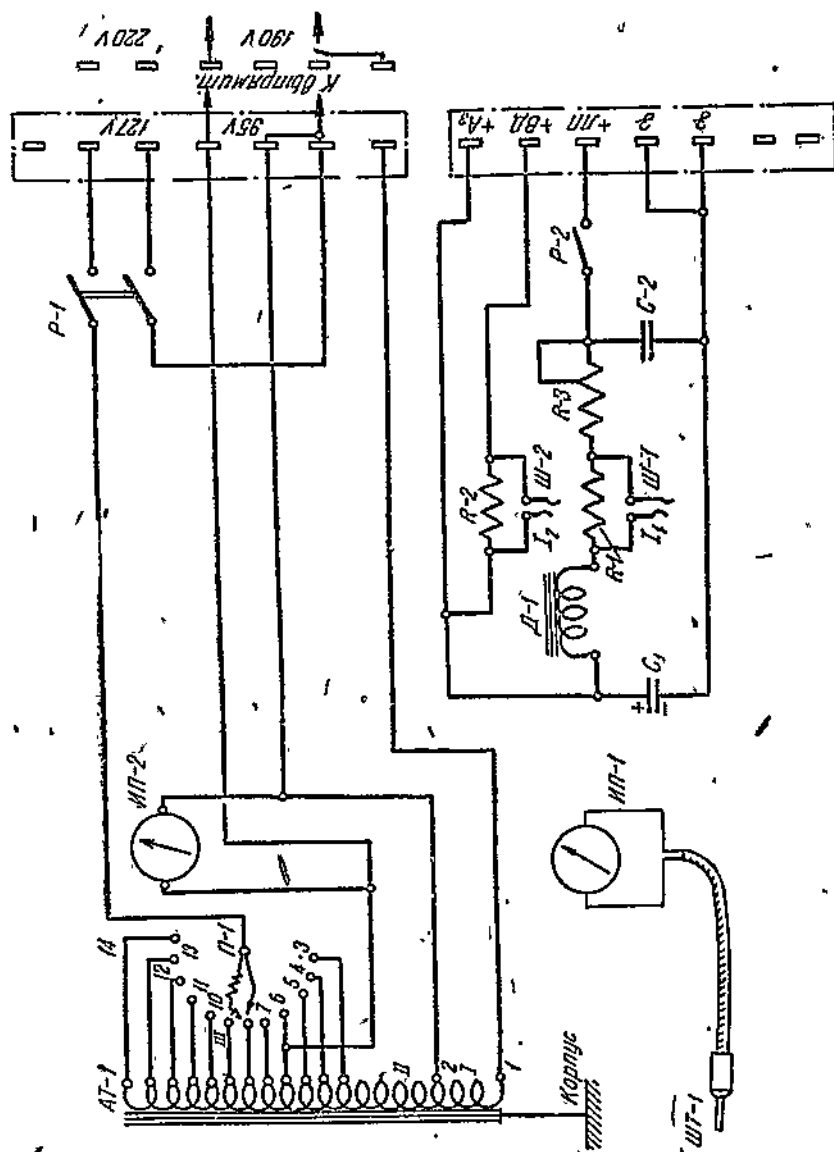


Рис. 249. Принципова схема панелі управління

тера; 6) низкое качество ламповых панелек, не обеспечивающих надёжности контактов (панельки для металлических ламп); 7) окисление контактов в ламелях ключа $K-7$ фотокасиода и — как следствие — появление помех; 8) неудовлетворительная работа контрольного громкоговорителя (малый уровень сигнала); 9) ненадёжная работа выключателя выхода звуковых кондов громкоговорителей; 10) низкое качество подвижной системы (обрыв концов звуковых катушек, сползание витков головок громкоговорителей ГДВ-2 (1А2) и др.

Обозначение на схеме	Наименование	Данные	Тип, марка
АТ-1	Автотрансформатор	Железо-III—42×42 I—254 витка ПЭ Ø 0,62 II—230 витков ПЭ Ø 1,0 III—116 витков ПБД Ø 1,62 состоит из 3 секций по 8 витков, 2 секций по 10 витков, 2 секций по 11 витков, 2 секций по 12 витков и 2 секций по 13 витков.	АТ-8
Р-1	Рубильник	Двухполюсный	РУ-5
Р-2	Выключатель	Однополюсный	Тумблер
П-1	Переключатель авто-трансформатора	—	КР-12
ИП-1	Измерительный прибор	15 мА; 75 мВ	4МШ
ИП-2	Вольтметр	140 В	ЭМ
ШТ-1	Штеккерная вилка со шнуром	—	ШР-2
С-1	Конденсатор электролитический	2×900 мкФ; U _{накл} =35 В; U _{рас} =30 В	—
С-2	То же	900 мкФ; U _{накл} =35 В; U _{рас} =30 В	—
Д-1	Дроссель фильтра	Ж-III—28×40, зазор 1,5 мм 380 витков ПЭ Ø 1,2	ДР-28
Ш-1, Ш-2	Штеккерное гнездо	—	ШГ-2
Р-1, Р-2	Шунт к штеккерному гнезду	0,015 Ω константан Ø 1,2	—
Р-3	Сопротивление проводное	7 Ω±0,5 Ω никелин Ø 1,0	УЗК-5 28-00

Карта режимов УСУ-5

Панель управления

- Напряжение, подводимое к панели управления от сети переменного тока (лепестки 127 В) 127/220 В
- Ток, потребляемый УСУ-5 от сети 3,5/2 А
- Мощность, потребляемая УСУ-5 от сети около 440 В
- Степени регулировки сетевого напряжения автотрансформатором (АТ-1) 3—4 В
- Пределы изменения напряжения сети при напряжении сети 127 В от 85 до 127 В
- То же (при напряжении сети 220 В) от 178 до 226 В
- Ток в цепи выпрямителя: а) при напряжении 95 В 4,5 А
б) при напряжении 190 В 2,25 А
- Мощность, потребляемая выпрямителем 420 В
- Выпрямленное напряжение тунгорового выпрямителя, подводимое к лепесткам + А₂ и З 27—28 В
- Напряжение возбуждения громкоговорителей (лепестки + ВД и З) 27—28 В
- Ток в цепи возбуждения громкоговорителей (штеккерное гнездо I₂) 2,4 А
- Напряжение лампы просвечивания (лепестки + ЛП и З) 12 В
- Падение напряжения на дросселе Д-1 3 В
- Ток лампы просвечивания, измеряемый в штеккерном гнезде I₂ (Ш-2) 2,5 А

Выпрямитель

- Подводимое напряжение к первичной обмотке силового трансформатора Т-7 95/190 В
- Ток в цепи первичной обмотки силового трансформатора 4,5/2,25 А
- Мощность, потребляемая выпрямителем (при полной нагрузке) 420 В

А. Тунгаровый выпрямитель

4. Напряжение накала тунгара ВГ-176 (Л-3)	2,5 V
5. Ток накала тунгара	11 A
6. Выпрямленное напряжение тунгарового выпрямителя (между проводом 3, т. е. минусом, и до дросселя Д-2)	29—30 V
7. Выпрямленное напряжение на лепестках +A ₃ и 3	27—28 V
8. Падение напряжения на дросселе Д-2	2 V
9. Полный, выпрямленный ток тунгарового выпрямителя	4,9 A

Б. Кенотронный выпрямитель

10. Напряжение накала кенотронов ВО-188 (Л-1 и Л-2)	4 V
11. Ток накала кенотронов ВО-188	2×2,2 A
12. Выпрямленное напряжение кенотронного выпрямителя (между проводом 3, т. е. минусом, и до дросселя Д-1)	480 V
13. Падение напряжения на дросселе Д-1	30 V
14. Падение напряжения на сопротивлениях R-1 и R-4 около	200 V
15. Напряжение на лепестках +A ₁ и 3	240 V
16. Напряжение на лепестках +A ₂ и 3	450 V
17. Напряжение переменного тока на лепестках H ₂ (накал лампы УО-186 пуш-пулла)	3,8 V
18. Падение напряжения на сопротивлении R-3—напряжение смещения на сетке лампы оконечного каскада	— 80 V
19. Ток в цепи H ₂	4 A
20. Напряжение переменного тока на лепестках H ₁ (накал лампы предварительных каскадов и фотокаскада)	6,3 V
21. Ток в цепи H ₁	1,2 A

Фотокаскад ФЗК-5

1. Напряжение на фотоэлементах (клеммы 3 и A _{фз})	210 V
2. Анодное напряжение (на клеммах A _{фк} и 3)	210 V
3. Напряжение непосредственно на аноде лампы 6Ж7 (Л-1)	100 V
4. Напряжение смещения на сетке 6Ж7	—2,7 V
5. Напряжение накала 6Ж7 клеммы H _{фк} (переменный ток)	6,2 V
6. Анодный ток лампы 6Ж7	1,8 mA
7. Ток накала лампы 6Ж7	0,3 A
8. Номинальное входное напряжение звуковой частоты (на сопротивлении R-4)	12 mV
9. Напряжение звуковой частоты на выходе фотокаскада (клеммы П и 3)	100 mV
10. Усиление каскада	8,3

Усилитель

1. Анодное напряжение на лепестках A ₁ и 3	240 V
2. Анодное напряжение на лепестках A ₂ и 3 (измерение производится в штекерном гнезде Ш-3)	440 V ¹⁾
3. Напряжение переменного тока накала лампы предварительных каскадов (лепестки H ₁)	6,3 V
4. Напряжение переменного тока накала лампы оконечного каскада (лепестки H ₂)	3,8 V

Первый каскад

1. Напряжение звуковой частоты на сетке лампы 6Ф5, при мощности 15 W на выходе усилителя	16 mV
2. Напряжение на аноде лампы 6Ф5	170 V
3. Напряжение смещения на лампу 6Ф5	—1,3 V
4. Анодный ток	0,85 mA
5. Усиление каскада	24

Второй каскад

1. Напряжение звуковой частоты на сетке лампы 6С5 (Л-2), необходимое для получения на выходе усилителя мощности 15 W	0,38 V
2. Напряжение на аноде лампы 6С5	90 V
3. Напряжение смещения лампы 6С5	—3,7 V
4. Анодный ток лампы 6С5	2,5 mA
5. Усиление каскада	8,5

¹⁾ При нагрузке током прибора.

Третий каскад

- | | |
|--|----------|
| 1. Напряжение звуковой частоты на сетке лампы 6С5 (Л-3),
необходимое для получения на выходе усилителя мощ-
ности 15 W | 3,25 V |
| 2. Напряжение на аноде лампы 6С5 | 230 V |
| 3. Напряжение смещения лампы 6С5 | -5,4 V |
| 4. Анодный ток лампы 6С5 | 9 mA |
| 5. Усиление каскада | около 17 |

Оконечный каскад

- | | |
|---|---------|
| 1. Напряжение звуковой частоты на сетках ламп УО-186
(между сетками) | 112 V |
| 2. Напряжение на анодах ламп УО-186 | 450 V |
| 3. Напряжение смещения ламп УО-186 | -80 V |
| 4. Анодный ток | 70×2 mA |
| 5. Напряжение звуковой частоты на первичной обмотке
выходного трансформатора Т-3 (между крайними точ-
ками) | 282 V |
| 6. Напряжение звуковой частоты на нагруженном 20 Ω
выходе (лепестки 20 и 0) | 17,3 V |
| 7. Напряжение звуковой частоты на нагруженном 10 Ω
выходе (лепестки 10 и 0) | 12,2 V |
| 8. Напряжение звуковой частоты на нагруженном выходе
контрольного громкоговорителя (лепестки КД и 0) | 2 V |

Примечание. Напряжения, указанные в пунктах 1, 5, 6, 7 и 8, соответствуют мощности на выходе 15 W при соответствующей омической нагрузке.

УСИЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ТИПА УСУ-8

Появление электронных ламп типа 6Л6 позволило создать относительно мощные усилительные устройства при их малых габаритах и работающих при сравнительно низком анодном напряжении.

Одним из таких усилительных устройств является УСУ-8 (шифр УСУ-8 обозначает — усилительное устройство, восьмая модель), разработанное заводом Ленкинап.

Имея на выходе номинальную мощность 20 W, усилительное устройство УСУ-8 может нормально обслужить аудиторию до 800 чел.

В комплект усилительного устройства УСУ-8 входят: 1) усилитель напряжения 1У3 с тремя бронированными шлангами для соединения с фотоэлементами; 2) шкаф усилителя УСУ-8; объединяющий в себе: а) оконечный усилитель 1У2, б) тунгоровый выпрямитель 1В3; 3) пульт микшера и сигнализации ПЗК-5 или 6К-1; 4) громкоговорители зала типа ГРА-2м (2 шт.); 5) рабочий комплект ламп (6Ж7—1 шт., 6С5—3 шт., 6Л6-С — 2 шт., 5Ц4-С — 2 шт., ВГ-176 — 1 шт.); 6) описание аппаратуры.

В УСУ-8 применены последние достижения техники в области усилительных устройств:

а) лучевые электронные лампы типа 6Л6 в оконечном каскаде, что привело к увеличению коэффициента полезного действия устройства; б) отрицательная обратная связь, что позволила получить наряду с малыми нелинейными искажениями ещё целый ряд преимуществ.

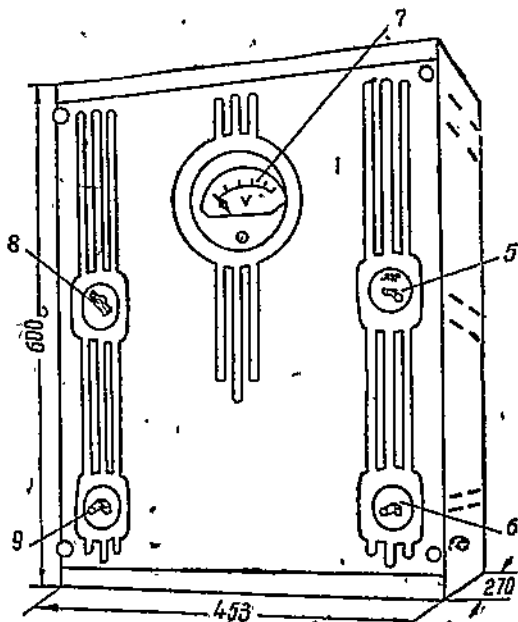


Рис. 250А. Шкаф усилителя УСУ-8—общий вид

¹⁾ При отключенном приборе ИП-1.

шеста, как например: независимость режима работы усилителя от изменения импеданса громкоговорителей, коррекцию частотной характеристики в области высоких частот весьма простым способом; уменьшение помех; увеличение индукции в железе выходного трансформатора, а следовательно уменьшение его веса, габаритов и стоимости; в) сравнительно низкое выпрямленное напряжение (400 В) для питания ламп 6Л6 оконечного каскада, что позволило отказаться от применения блокировки и последовательного включения питания накалов и анодов ламп (как, например, в УП-8 и УСУ-20); это привело к упрощению конструкции устройства; г) ин-

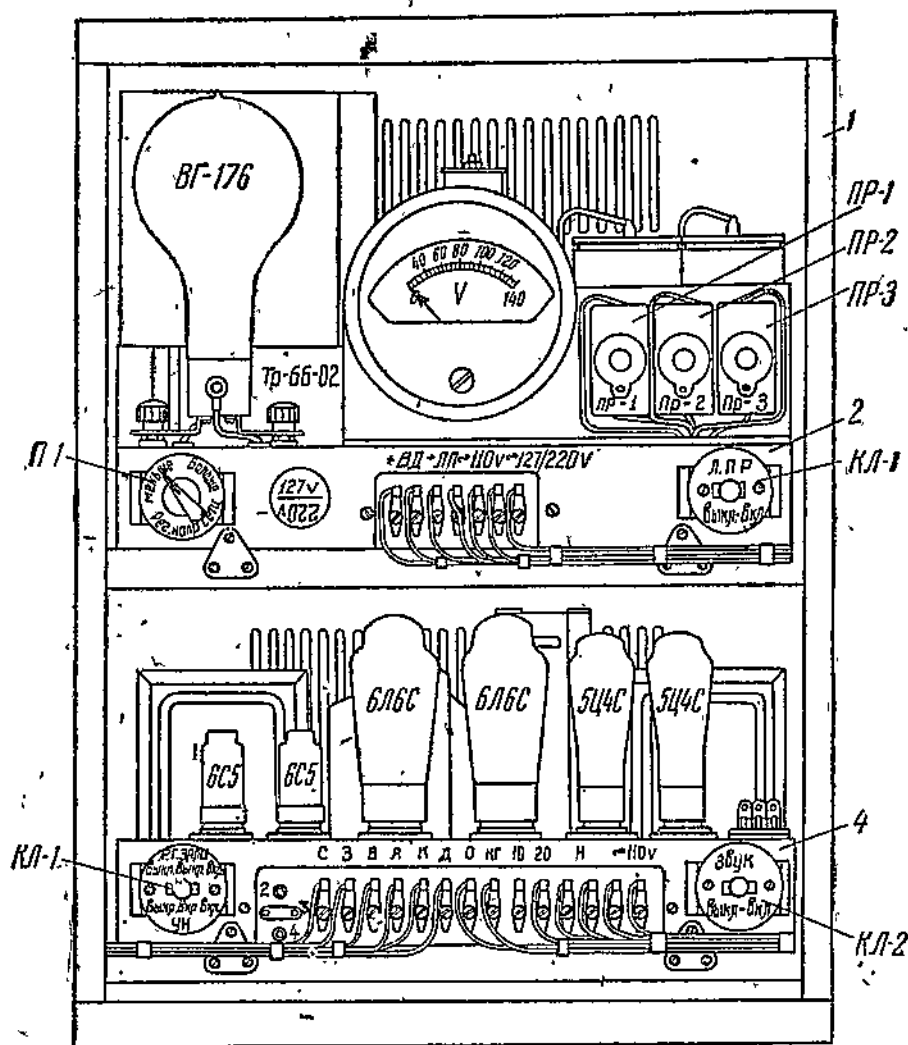


Рис. 250Б. Шкаф усилителя УСУ-8—лицевая стенка снята

версная схема, что позволило избавиться от переходного трансформатора; это помимо удешевления конструкции в производстве позволило избавиться от помех, вызываемых наводками на переходной трансформатор от силового трансформатора; д) подача положительного смещения на нить накала ламп относительно их катода, что увеличило надежность устройства в отношении возникновения помех.

Перечисленные новшества, примененные в усилительном устройстве УСУ-8, позволили создать весьма компактное, надежное в эксплуатации и простое в производстве устройство.

Усилитель напряжения типа 1УЗ (рис. 251). Конструктивно усилитель оформлен в виде плоского шасси, габариты: 240 × 175 мм, на котором размещены все детали устройства и лампы. В верхней части конструкции 1УЗ имеется приваренный к шасси

кронштейн, на котором размещены переходные колодки Π_1 и Π_2 входной цепи. В эти колодки вставляются колодки гибких шлангов фотоэлементов. С правой стороны выступает рукоятка регулятора громкости R_6 . Местоположение других деталей видно из рис. 251 и пояснений не требует. На шасси имеется отверстие, расположенное непосредственно под платой-панелью с клеммами-лепестками, что позволяет ввести концы

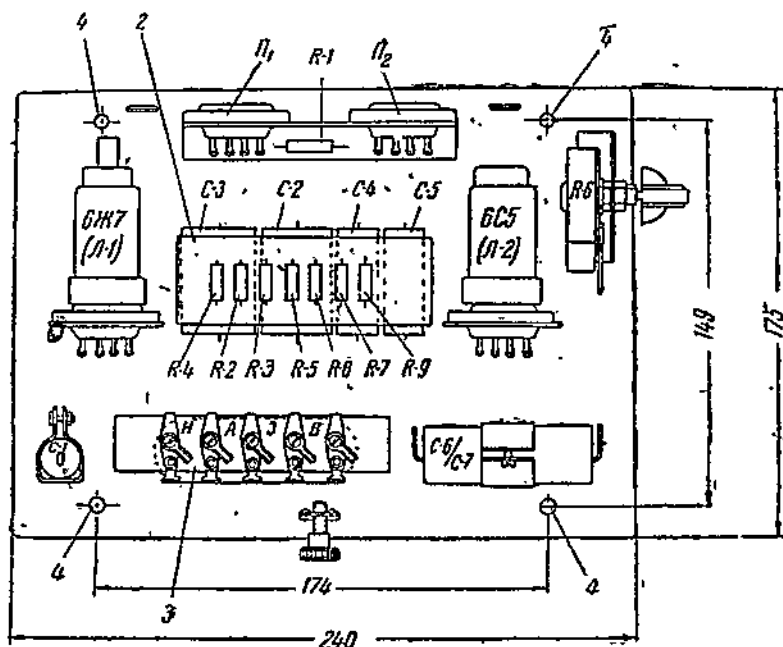


Рис. 251. Расположение деталей внутри усилителя напряжения 1У3

проводов монтажа внутрь усилителя 1У3. Усилитель напряжений 1У3 устанавливается так же, как и фотокаскад других типов усилителей, на стене между проекторами. Сверху шасси закрывается кожухом-экраном.

Вход усилителя 1У3 (рис. 252) имеет схему без разделения постоянной и переменной составляющих тока фотоэлементов.

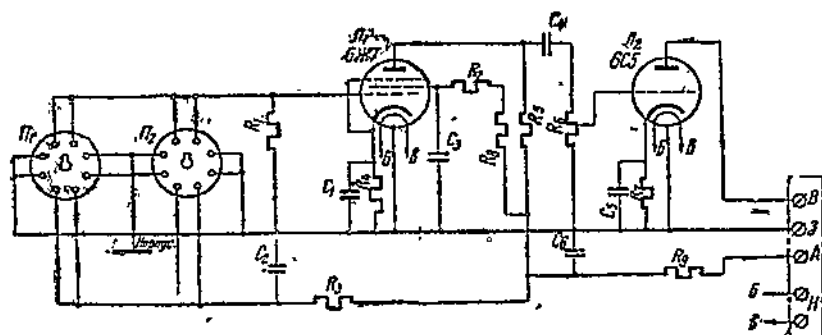


Рис. 252. Принципиальная схема № 2 усилителя напряжения 1У3

Первый каскад собран по схеме на сопротивлениях и работает на лампе 6Ж7 (Л1). Смещение на сетку 6Ж7 — автоматическое от сопротивления R_4 , заблокированное емкостью C_1 . Питание нити накала лампы 6Ж7 (Л1) производится переменным током от понижающей обмотки IV силового трансформатора Т2, расположенного в основном усилителе. Нагрузочным сопротивлением лампы Л1 является сопротивление R_5 . На экранную сетку лампы Л1 напряжение подаётся через сопротивления R_2 и R_8 . Этим подбирается нужная величина напряжения на экранной сетке. Сопротивления забло-

кированы ёмкостью СЗ. Связь анодной цепи лампы Л1 с цепью сетки лампы Л2 осуществляется через переходной конденсатор С4. В качестве утечки сетки лампы Л2 служит переменное сопротивление R6, с помощью которого возможно установить нужное усиление, а следовательно, ограничить уровень громкости на выходе устройства.

Второй каскад собран по схеме на сопротивлениях и работает на лампах 6С5 (Л2). Смещение на сетку 6С5 — автоматическое от сопротивления R7, заблокированное малой ёмкостью С5, т. е. осуществляется обратная связь по току и этим достигается коррекция характеристики на высоких частотах (компенсируется завал высоких частот, обусловленный влиянием ёмкости гибких шлангов фотоэлементов). Питание нити накала лампы 6С5 производится также переменным током от той же обмотки, что

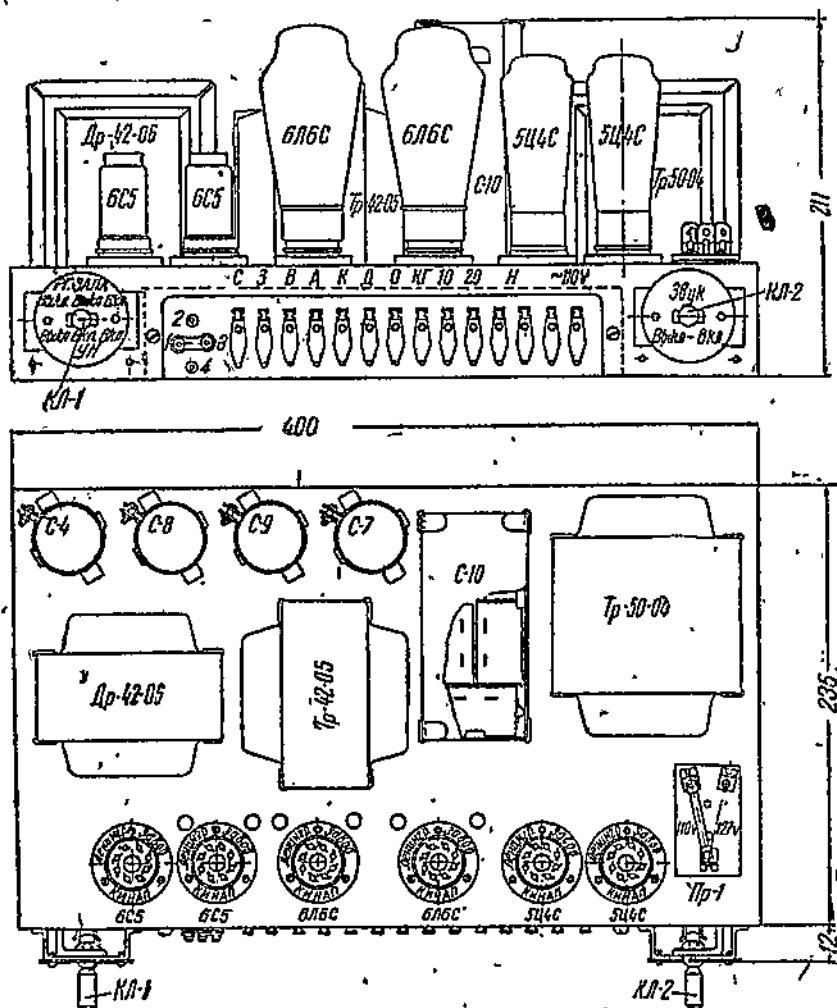


Рис. 253. Расположение деталей на шасси основного усилителя 1Y2

и нить накала лампы 6X7. Нагрузочное сопротивление лампы Л2 расположено не в усилителе 1Y3, а в основном усилителе 1Y2 (оно обозначено на рис. 254 через R8). Там же размещён и переходной конденсатор (C1).

Сопротивления R3 и R9 совместно с конденсаторами С2 и С6 выполняют роль дополнительных ячеек фильтра выпрямителя, питающего как фотоэлементы, так и анодную цепь лампы Л1.

Рядом работы усилителя напряжения 1Y3 приведён ниже.

Шкаф УСУ-8 (рис. 250Б). Усилитель УСУ-8 конструктивно оформлен в виде шкафа 1 и может быть отнесён к настенной конструкции. Шкаф усилителя имеет два отсека. В верхнем отсеке размещён тунгировый выпрямитель 2(1B3) питания возбуждения

Спецификация к схеме усилителя напряжения 1У3

Обозначение на схеме	Наименование	Данные
L1	Электронная лампа 6Ж7	См. главу I
L2	» » 6С5	» » 1
R1	Сопротивление типа ТО	120 000 Ω $\pm$ 12 000 Ω
R2	» » »	750 000 Ω $\pm$ 75 000 Ω
R3	» » »	3 000 000 Ω $\pm$ 600 000 Ω
R4	» » »	2 000 Ω $\pm$ 200 Ω
R5	» » »	300 000 Ω $\pm$ 30 000 Ω
R6	» » ПСК	500 000 Ω $\pm$ 200 000 Ω
R7	» » ТО	2 000 Ω $\pm$ 100 Ω
R8	» » »	750 000 Ω $\pm$ 75 000 Ω
R9	» » »	100 000 Ω $\pm$ 10 000 Ω
C1	Конденсатор электролитическ.	20 μ F; $U_{раб.}=10$ V; $U_{исп.}=15$ V
C2	» бумажный	0,25 μ F; $U_{раб.}=200$ V; $U_{исп.}=600$ V
C3	» » »	» » »
C4	» » »	0,05 μ F; $U_{раб.}=200$ V; $U_{исп.}=600$ V
C5	» » »	0,05 μ F; $U_{раб.}=200$ V; $U_{исп.}=600$ V
C6	» » »	2 $\times$ 0,5 μ F; $U_{раб.}=200$ V; $U_{исп.}=600$ V
П ₁ и П ₂	Ламповая панель ЛП-25	—

громкоговорителей и лампы просвечивания, а в нижнем — основной усилитель с выпрямителем 4 (1У2).

Основной усилитель 1У2 (рис. 253) конструктивно оформлен в виде низкого шасси, сверху которого размещены лампы, моточные детали, конденсаторы и предохранитель Бозе. Внутри размещены мелкие детали и сделан соединительный монтаж. С лицевой стороны шасси размещены: ключ КЛ-1 для включения или выключения выносного регулятора громкости ПЗК-5; ключ КЛ-2 для включения звуковых линий громкоговорителей зала; плата-панель, на которой размещены клеммы-лепестки, к которой подключаются концы линий от громкоговорителей, тунгараового выпрямителя (напряжение питания — переменный ток), регулятора громкости, усилитель напряжения и т. д.

Усилитель имеет два каскада и объединён вместе с выпрямительным устройством, питающим как основной усилитель, так и усилитель напряжения 1У3.

Первый каскад собран по схеме на сопротивлении и работает на лампе типа 6С5 (Л1). Переменное напряжение, снимаемое с нагрузочного сопротивления R8 лампы второго каскада усилителя напряжения, через переходной конденсатор C1 и ламели ключа КЛ1 подводится либо к сопротивлению R3, либо подключается выносной регулятор громкости ПЗК-5. Далее переменное напряжение через корректирующие фильтры или, минуя их, подводится к участку управляющая сетка — катод лампы Л1. Схема предусматривает возможность вести регулировку уровня громкости как с помощью выносного регулятора громкости ПЗК-5, так и с помощью регулятора R6, установленного в усилителе напряжения. Для переключений пользуются ключом КЛ1 (на рис. 253). Наличие в схеме корректирующих элементов R1 и C2, R2 и C3 (основной усилитель), а также катушки L1 и конденсатора C2 (пульта микшера ПЗК-5) позволяет подобрать наиболее приемлемые условия звуковоспроизведения для той или иной аудитории при данном фильме. Сопротивление R4 выполняет роль сопротивления утечки лампы Л1. Смещение на сетку лампы Л1 производится автоматически от сопротивления R5. В данном случае это сопротивление не заблокировано ёмкостью с целью дать возможность осуществить обратную связь. Нагрузочным сопротивлением лампы Л1 служит сопротивление R11. Питание нити накала лампы Л1 производится так же, как и всех остальных ламп основного усилителя, от понижающей обмотки IV силового трансформатора Т₂.

Как известно, для связи драйвера с оконечным каскадом применяют переходной трансформатор. Это необходимо для получения на сетках ламп оконечного каскада напряжения, сдвинутого по фазе на 180°. В главе IV мы ознакомились с инверсной схемой, которая позволяет осуществить переход на оконечный каскад без применения переходного трансформатора. В нашем случае в инверсной схеме работает лампа типа 6С5 (Л2). Как показали исследования, произведённые на заводе Ленкинап, в целях получения простой инверсной схемы и её надёжной работы желательно применение двух ламп 6С5 (Л1 и Л2) вместо одной лампы типа 6Н7.

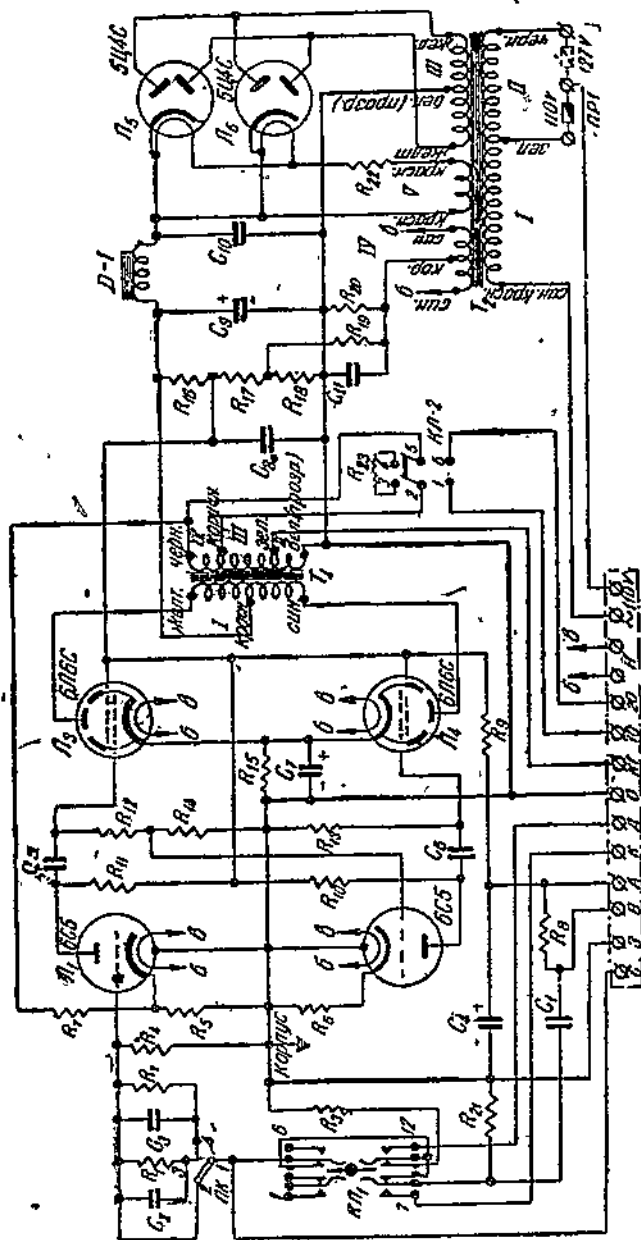


Рис. 254. Принципиальная схема основного усилителя 1У2

Инверсный каскад, работая на лампе Л2, получает переменное напряжение звуковой частоты на сетку с делителя, составленного из сопротивлений R12 и R14. Смещение на сетку лампы Л2 осуществляется автоматически от сопротивления R6. Нагрузочным сопротивлением лампы Л2 служит сопротивление R10. Питание нити накала осуществляется переменным током от обмотки IV силового трансформатора Т₂.

Связь анодных цепей ламп Л1 и Л2 с цепями сеток ламп Л3 и Л4 оконченого каскада осуществляется через переходные конденсаторы С5 и С6.

Оконечный каскад собран по схеме пуш-пулл и работает на двух лучевых лампах типа 6ЛБ-С (лампы Л3 и Л4) по одной в каждом плече. Смещение на лампы Л3 и Л4 осуществляется автоматически от сопротивления R15, заблокированного ёмкостью С7. Выходной трансформатор Т₁ имеет секционированную вторичную обмотку, рассчитанную на подключение внешней нагрузки в 10 и 20 Ω . Кроме того, имеется специальный вывод для подключения контрольного громкоговорителя (вывод обозначен на схеме рис. 254 через КГ). Со вторичной обмотки выходного трансформатора Т₁ на катод лампы Л1, через сопротивление R7 осуществляется обратная связь.

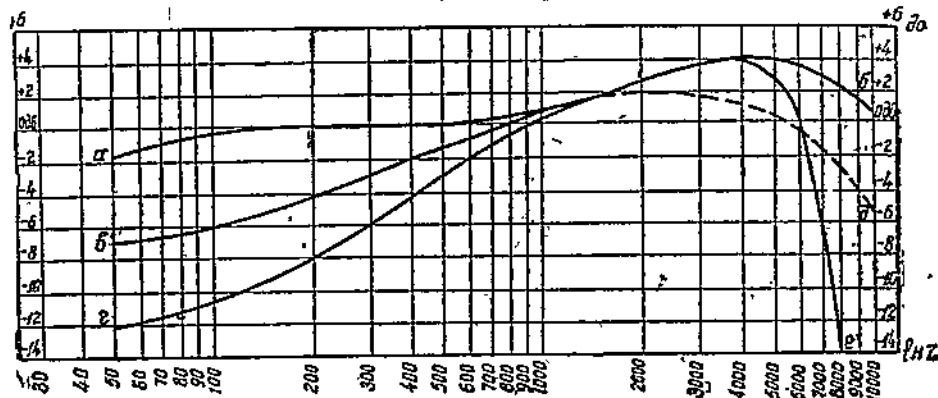


Рис. 255. Частотные характеристики УСУ-8 (1У3+1У2).

а-б — результирующая характеристика усилительного устройства с учётом ёмкости двух шлангов фотоэлементов (длина каждого шланга 1,5 м); в-б — то же. Включена коррекция низких частот (перемычка коррекции замыкает контакты 1-3; г-б — то же (перемычка коррекции замыкает контакты 1-4); а-в, а-г, г-г — дополнительно включён фильтр высоких частот; а-б, в-б, г-б — результирующие характеристики усилительного устройства с учётом ёмкости двух шлангов, из которых один 3 м, другой 1,5 м

При выборе способа подачи обратной связи исходили из следующих соображений: а) подача отрицательной обратной связи только на мощный каскад перегружает драйвер, т. е. в этом случае он должен развивать большее переменное напряжение, а это приводит к увеличению нелинейных искажений, что недопустимо; б) с другой стороны, обратную связь на мощный каскад рекомендуется подавать со вторичной обмотки выходного трансформатора, для чего требуется дополнительная высоковольтная обмотка. Подача же обратной связи с первичной обмотки увеличивает помехи, количество деталей и ненадёжность их работы, так как в случае генерации на пиковых напряжениях возможен пробой конденсаторов.

Данные соображения привели к схеме 1У2, в которой обратная связь охватывает два каскада усиления, т. е. драйвер и оконченого каскада. Эта конструкция отвечает всем современным требованиям, которые предъявляют к усилительным устройствам.

Назначение остальных деталей следующее: сопротивления R12, R13 и R14 выполняют роль утечек сеток ламп Л3 и Л4 оконченого каскада. Сопротивление R9 совместно с ёмкостью С4 выполняет роль добавочной ячейки фильтра выпрямителя для анодных цепей ламп усилителя напряжения. Назначение сопротивления R3 — заменить сопротивление регулятора громкости ПЗК-5 в том случае, когда внешний регулятор громкости из схемы исключён и уровень громкости в зрительном зале устанавливается с помощью потенциометра R6, замонтированного в усилителе напряжения 1У3.

Выпрямительное устройство основного усилителя УО-8 собрано по двухполупериодной схеме и работает на двух кенотронах типа 5Ц4С (Л5 и Л6).

Первичная обмотка силового трансформатора Т₂ рассчитана на подводимое к ней переменное напряжение в 110 или 127 В. Для переключения секций первичной обмотки необходимо лишь переставить предохранитель Бозе (ПР-1) из одних гнезд в другие. Помимо повышающей обмотки III и обмотки накала кенотрона V имеется ещё накальная обмотка IV, от которой питаются накалы всех ламп устройства. Последовательно с нитями накала кенотронов Л5 и Л6 включено добавочное сопротивление R22, назначение которого — погасить часть напряжения, развиваемого обмоткой V. Эксперименты

Спецификация к принципиальной схеме усилителя 1У2

№ на схеме	Наименование	Данные	Тип, марка
T1	Трансформатор выходной	Железо Ш—28×40 I—1650×2 витка ПЭ Ø 0,25 II—22 витка ПЭ Ø 1,0 III—92 витка ПЭ Ø 1,0 IV—48 витков ПЭ Ø 1,0	ТР-42-05
T2	Трансформатор силовой	Железо Ш—28×80 I—205 витков ПЭ Ø 0,93 II—32 витка ПЭ Ø 0,93 III—735×2 витка ПЭ Ø 0,31 IV—6×2 витка ПЭ Ø 1,35 V—13 витков ПЭ Ø 1,45	ТР-50-04
D1	Дроссель кенотронного выпрямителя	Железо. Ш—28×40 зазор 0,5 мм, 4200 витков ПЭ Ø 0,35	Др-42-06
R1	Сопротивление постоянное	200 000 Ω ± 10 000 Ω	ТО
R2	То же	600 000 Ω ± 30 000 Ω	»
R3	»	20 000 Ω ± 2 000 Ω	»
R4	»	200 000 Ω ± 10 000 Ω	»
R5	»	1 500 Ω ± 75 Ω	»
R6	»	2 000 Ω ± 100 Ω	»
R7	»	20 000 Ω ± 1 000 Ω	»
R8	»	20 000 Ω ± 2 000 Ω	СС
R9	»	7 500 Ω ± 1 500 Ω два сопротивления по 15 000 Ω в параллель	ТО
R10	»	80 000 Ω ± 4 000 Ω	каждое сопротивление состоит из двух сопротивлений по 160 000 Ω, включённых в параллель
R11	»	80 000 Ω ± 4 000 Ω	
R12 ¹⁾	»	250 000 Ω ± 12 000 Ω	
R13	»	160 000 Ω ± 8 000 Ω	»
R14 ¹⁾	»	30 000 Ω ± 1 500 Ω	»
R15	Сопротивление трубчатое	200 Ω	Тип II № 375
R16	То же	3 000 Ω	» I № 366
R17	»	10 000 Ω	» IV № 414
R18	»	2 500 Ω	» I № 365
R19	Сопротивление постоянное	120 000 Ω ± 24 000 Ω	ТО
R20	То же	120 000 Ω ± 24 000 Ω	»
R21	»	200 000 Ω ± 40 000 Ω	»
R22	Сопротивление трубчатое	0,5 Ω { +0,05 -0,00 } (по специальному заказу)	
C1	Конденсатор бумажный	{ 0,25 μF; U _{раб.} = 200 V; V _{исп.} = 600 V }	ББК 200—0,25
C2	» слюдяной	3 000 μF; U _{исп.} = 500 V	I С-1114
C3	» »	2 000 μF; U _{исп.} = 500 V	I С-1112
C4	» электролитический	{ 110 μF; U _{раб.} = 450 V; U _{исп.} = 500 V }	КЭС 450-10

¹⁾ Сопротивления R12 и R14 подбираются с допуском в одну сторону, т. е. отношение R12: R14 должно быть неизменным.

№ на схеме	Наименование	Данные	Тип, марка
C6	Конденсатор бумажный	$\{0,1 \mu\text{F}; U_{\text{раб.}}=200 \text{ V};$ $U_{\text{исп.}}=600 \text{ V}$	БК 200-0,1
C7	» электролитический	$\{20 \mu\text{F}; U_{\text{раб.}}=100 \text{ V};$ $U_{\text{исп.}}=120 \text{ V}$	КЭС 100-20
C8	То же	$\{10 \mu\text{F}; U_{\text{раб.}}=450 \text{ V};$ $U_{\text{исп.}}=500 \text{ V}$	КЭС 450-10
C9	»	$\{10 \mu\text{F}; U_{\text{раб.}}=450 \text{ V};$ $U_{\text{исп.}}=500 \text{ V}$	КЭС 450-10
C10	Конденсатор бумажный	$\{5 \text{ по } 1 \mu\text{F}; U_{\text{раб.}}=500 \text{ V};$ $U_{\text{исп.}}=1500 \text{ V}$	БП 500-1
C12	»	$\{0,25 \mu\text{F}; U_{\text{раб.}}=200 \text{ V};$ $U_{\text{исп.}}=600 \text{ V}$	БК 200-0,25
КЛ1	Ключ двенадцатипружинный типа «И»	—	—
КЛ2	То же	—	—
Л1	Лампа электронная	См. главу I	6С5
Л2	»	»	6С5
Л3	»	»	6Л6-С
Л4	»	»	6Л6-С
Л5	»	»	5Л4С
Л6	»	»	5Л4С
ПР1	Плавкий предохранитель	На 2 А	—
R23	Сопротивление проволочное	$2,5 \Omega \pm 0,5 \Omega$	—
ПК	Переключатель коррекции	—	—

показали, что прогрев ламп устройства оказывается неодинаков: сначала прогреваются кенотроны, а несколько позже — лампы усилительного устройства. Напомним (глава I), что если вначале прогревается нить кенотрона, а позже, — подогрев ламп усилителя, то это может привести к пробое конденсаторов фильтра по той причине, что выпрямитель до момента прогрева ламп усилителя оказывается без нагрузки, и выпрямленное напряжение, резко возрастающее, вызывает пробой конденсаторов фильтра. Поэтому кенотроны применяют также подогревного типа, что позволяет избежать тех неприятностей, о которых говорилось выше. Практически оказалось, что прогрев кенотронов типа 5Л4С происходит несколько раньше, чем прогрев ламп усилителя, а следовательно, не исключён пробой конденсаторов фильтра. Поэтому конструктора завода, введя последовательно с нитями кенотронов Л5 и Л6 сопротивление R22, добились такого положения, что кенотроны прогреваются даже несколько позже, чем лампы усилителя.

Фильтр выпрямителя составлен из дросселя Д1 и ёмкостей С10 и С9, С8, а также сопротивлений и ёмкостей, о которых упоминалось выше.

Параллельно цепи выпрямленного напряжения (между + и — выпрямленного напряжения) включён делитель напряжения, составленный из сопротивлений R16, R17 и R18. Полное выпрямленное напряжение подводится к анодам ламп Л3 и Л4 оконечного каскада, а часть напряжения (с сопротивлений R17 и R18) — к экранным сеткам ламп Л3 и Л4 и анодным цепям ламп Л1 и Л2, а также анодным цепям усилителя напряжения ЛУЗ. Параллельно сопротивлению R18, включённому в основную цепь делителя, включён дополнительный делитель, составленный из сопротивлений R19 и R20. Назначение этого делителя — подать на нить накала ламп усилителя по отношению катода их (ламп) положительное смещение. Это увеличивает надёжность устройства в отношении возникновения помех.

Сопротивление R20 заблокировано ёмкостью С11.

Электроакустические и иные данные УСУ-8

1. Номинальное входное напряжение устройства : : : : 7 мВ
2. Мощность на выходе 20 W, при клирфакторе 2% на частоте 1000 Hz (при 25 W мощности клирфактор равен до 4%)
3. Частотная характеристика на 8000 Hz имеет спад (с учётом ёмкости шлангов) : : : : 6 дБ
4. Уровень помех устройства (без фотоэлементов) : : : : -54 дБ



5. Напряжение сети	127/220 В
6. Мощность, потребляемая всем устройством	420 W
7. Общее усиление устройства	107 db
8. Вес усилителя (шкаф УСУ-8)	50,00 кг
9. Вес усилителя напряжения 1У3	1,9 кг
10. Вес пульта регулировки и управления (ПЗК-5)	2,95 кг

Тунгаровый выпрямитель 1В3 питания возбуждения громкоговорителей и лампы просвечивания конструктивно оформлен аналогично основному усилителю. На низком шасси сверху расположены: тунгар, трансформатор, конденсаторы, дроссели и предохранители; а сбоку шасси, на его ли-

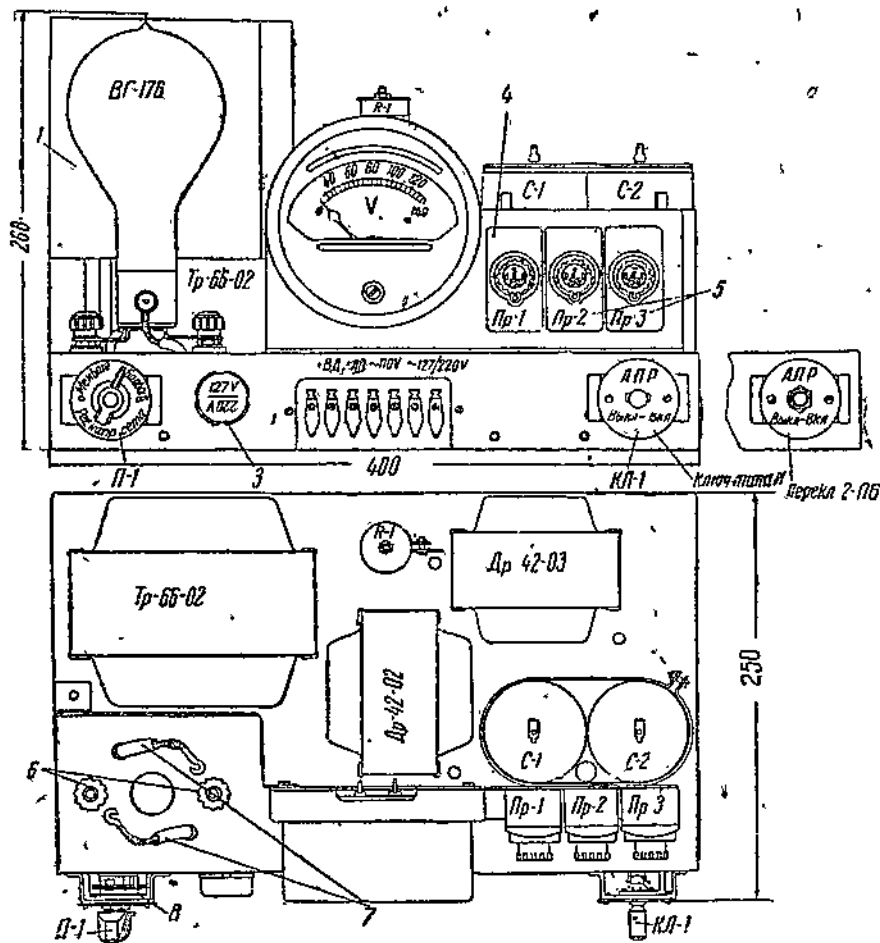


Рис. 256. Общий вид тунгарового выпрямителя 1В3

цевой стороне, рукоятки выключателя КЛ-1 и переключателя П1 автотрансформатора, а также панель с клеммами и колодка переключения с 127 на 220 В. Внутри шасси размещены мелкие детали схемы и сделан соединительный монтаж. На рис. 257 А изображена принципиальная схема выпрямителя, из которой видно, что напряжение сети подводится к клеммам, имеющим надпись 127/220 В. Сеть через предохранители ПР-2 и ПР-3, а также колодку переключения П-2 (с помощью её производится переключение обмоток трансформатора с 127 на 220В) подводится к трансформатору, имеющему секционированную первичную обмотку. При этом сеть подведена к трансформатору через переключатель П1, имеющий разрезной ползунок. Это позволяет производить переключение без разрыва первичной цепи. Переключение секций трансформатора позволяет в случае падения напряжения в сети увеличить напряжение на обмотках

трансформатора, доводя его до номинала, и наоборот, когда напряжение в сети возрастает выше номинала, напряжение на обмотках трансформатора может быть уменьшено, т. е. доведено до номинала. Для того чтобы поддерживать пусковое напряжение и тем самым установить нормальный режим, в первичную обмотку включён электромагнитный вольтметр типа ЭМ(ИП-1). В целях сокра-

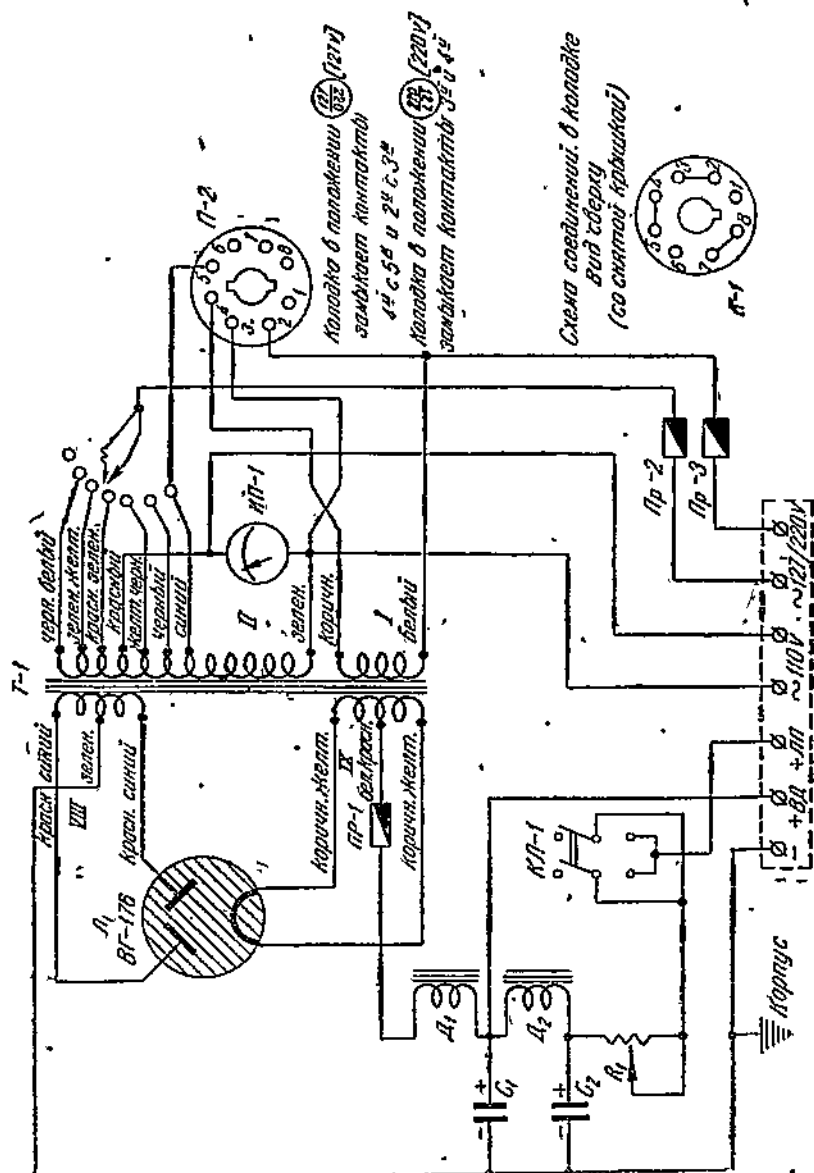


Рис. 257А. Принципиальная схема тунгового выпрямителя 1В3

щения количества органов управления первичная обмотка силового трансформатора Т-1 выпрямителя выполняет одновременно функции автотрансформатора для питания выпрямительной части основного усилителя, для чего последний подсоединяется параллельно цепи вольтметра к клеммам, имеющим надпись «~110». Наkerne силового трансформатора Т-1 выпрямителя кроме первичной обмотки размещены: обмотка питания анодов тунгара Л1 и обмотка питания накала тунгара. Для целей сглаживания пульсаций применён фильтр, составленный из дросселей Д1, Д2, сопротивле-

Промышленные стандарты
ГР-24 Комплект

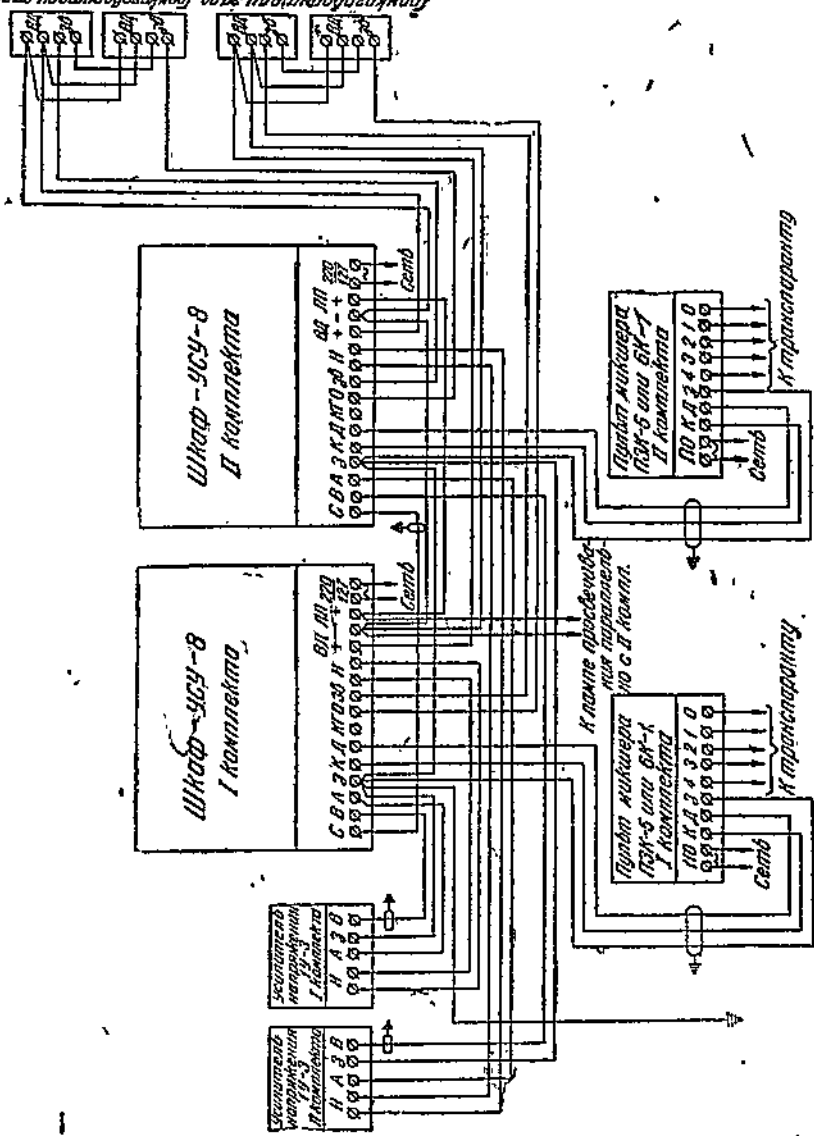


Рис. 257Б. Схема соединений двух комплектов УСУ-8

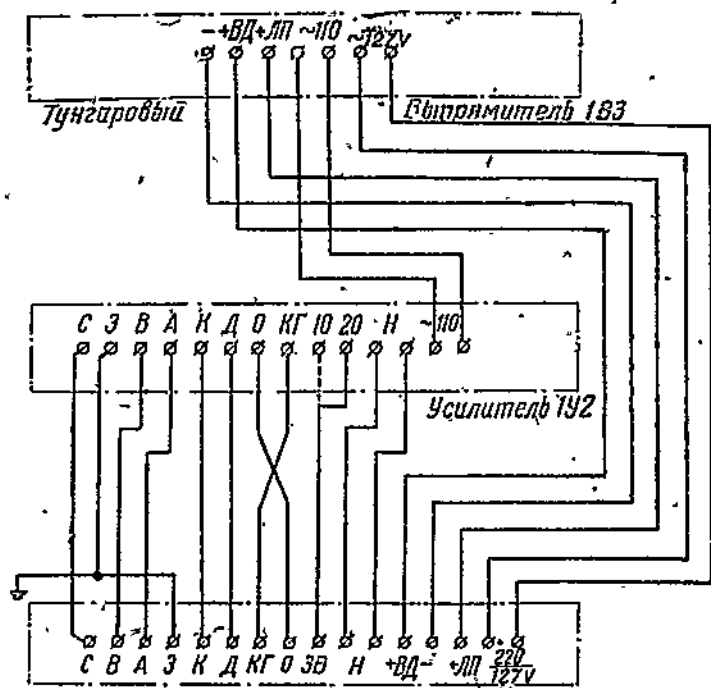


Рис. 257В. Схема межпанельных соединений в шкафу УСУ-8

Спецификация к принципиальной схеме тунгарового выпрямителя 1B3

Обознач. на схеме	Наименование	Данные	Тип, марка
Л-1	Газотрон	См. главу 1	ВГ-176
Т-1	Трансформатор тунгарового выпрямителя (и автотрансформатор)	Железо Ш—42×60 I—164 витка ПЭ Ø 1,45 II—14 витков ПЭ Ø 1,45 III—14 витков ПЭ Ø 1,45 IV—16 витков ПЭ Ø 1,45 V—17 витков ПЭ Ø 1,45 VI—15 витков ПЭ Ø 1,45 VII—2×91 виток ПЭ Ø 1,68 VIII—2+3 витка ПБД Ø 2,44 Железо Ш—28×42 зазор 1,5 мм 200 витков ПЭ Ø 1,68 Железо Ш—28×42 зазор 1,5 мм 200 витков ПЭ Ø 1,68	ТР 62-01
Д-1	Дроссель фильтра	900 мкФ; U _{ник} =35 В; U _{раб} =30В	ДР 42-02
Д-2	Дроссель фильтра	900 мкФ; U _{ник} =35 В; U _{раб} =30В	ДР 42-03
С1	Конденсатор электролитический	—	—
С2	То же	—	—
П1	Переключатель автотрансформатора	—	ПТ-22
ИП	Вольтметр переменного тока	На 140 В	ЭМ
ПР-1	Плавкий предохранитель	На 6 А 250 В	Е-27
ПР-2 и ПР-3	»	6 А 250 В	Е-27
КЛ1	Тумблер	—	—
R ₁	Реостат	7 Ω ± 0,5 Ω никелин Ø 1,0	—

ния R_1 и конденсаторов C_1 и C_2 . Питание возбуждения громкоговорителей взято после дросселя D_1 (клеммы «+ВД» и «-»), а на лампу просвечивания питание взято с клемм «+ЛП» и «-».

В целях предохранения газотрона, от гибели при случайном коротком замыкании в его цепях применен предохранитель ПР-1. С помощью ключа КЛ-1 может быть выключена лампа просвечивания, изменение подводимого к лампе просвечивания напряжения возможно с помощью реостата R_1 .

Регулятор громкости ПЗК-5. Применяемый в комплекте УСУ-8 регулятор громкости ПЗК-5 не имеет каких-либо отличий от ПЗК-5 комплекта УСУ-5, описанного на стр. 175, за исключением того, что вместо кнопочного ключа применен тумблер.

Громкоговорители типа ГРА-2м зрительного зала, входящие в комплект аппаратуры УСУ-8, описаны в главе VI.

Карта режимов УСУ-8

Тунгаровый выпрямитель ВЗ

1. Напряжение сети, подводимое к клеммам «127/220 В»	127/220 В
2. Мощность, потребляемая от сети (включая питание усилителя 1У2)	420 W
3. Напряжение, подводимое к клеммам «110 В» (питание усилителя 1У2)	110 В
4. Напряжение между анодами тунгара	94 В
5. Напряжение накала тунгара ВГ-176 (Л1)	2,5 В
6. Выпрямленное напряжение до дросселя D_1 (между средней точкой повышающей обмотки и плюсом)	30 В
7. Напряжение возбуждения громкоговорителей на клеммах «-» и «+ВД»	28 В
8. Падение напряжения на дросселе D_1	2 В
9. Ток в цепи возбуждения громкоговорителей	2,5 А
10. Падение напряжения на дросселе D_2	3,4 В
11. Напряжение ламп просвечивания (клеммы «-» и «+ЛП»)	12,5 В
12. Ток лампы просвечивания	2,5 А

Усилитель 1У2

1. Переменное напряжение, подводимое к выпрямительному устройству усилителя 1У2	110 В
2. Ток, потребляемый усилительным устройством 1У2	1,2 А
3. Мощность, потребляемая 1У2	132 W
4. Напряжение накалов кенотронов 5Ц4С (Л5 и Л6)	5,0 В
5. Ток накала кенотронов 5Ц4С	2×2 А
6. Выпрямленное напряжение кенотронного выпрямителя (между проводом «земля -0», т. е. минусом, и до дросселя D_1)	442 В
7. Выпрямленное напряжение после дросселя D_1 (на конденсаторе С9)	422 В
8. Падение напряжения на дросселе D_1	20 В
9. Напряжение накала ламп усилителей	6,3 В

Оконечный каскад

	При напряжении сети на входе 1У2	При мощности 20 W
	336 В	336 В
1. Напряжение на анодах ламп Л3 и Л4 (6Л6)	285 В	281 В
2. Напряжение экранных сеток ламп Л3 и Л4	—2 В	
3. Напряжение смещения ламп Л3 и Л4		
4. Анодный ток ламп Л3 и Л4	2×55 mA	
5. Напряжение звуковой частоты между сетками ламп Л3 и Л4	30 В	
6. Напряжение звуковой частоты на первичной обмотке выходного трансформатора T_1 (между крайними точками)	408 В	
7. Напряжение звуковой частоты на нагруженном 20 Ω выходе (клеммы «0» и «20»)	20 В	
8. Напряжение звуковой частоты на нагруженном 10 Ω выходе (клеммы «0» и «10»)	14 В	
9. Напряжение звуковой частоты на клеммах «0» и «КГ» контрольного громкоговорителя	2,7 В	
10. Напряжение накала ламп Л3 и Л4	6,3 В	

Инверсный каскад

1. Напряжение на анодах лампы Л1 и Л2	120 В
2. Напряжение смещения лампы Л2	-4,4 В
3. Напряжение смещения лампы Л1	-3,6 В
4. Напряжение накала лампы Л1 и Л2	6,2 В
5. Номинальное входное напряжение звуковой частоты, подводимое к клеммам «З» и «В»	3 В
6. Анодный ток лампы Л1	2,2 мА
7. Анодный ток лампы Л2	2,25 мА

Усилитель 1У3

1. Напряжение на фотоэлементах (до фильтра фотоэлементов)	230 В
2. Номинальное входное напряжение звуковой частоты (на сопротивлении R_1)	7 мВ
3. Анодное напряжение (на клеммах «З» и «А»)	260 В

Первый каскад

1. Напряжение на аноде лампы Л1 (6Ж7)	75 В
2. Напряжение смещения на лампе Л1 (6Ж7)	-1,3 В
3. Напряжение экранированной сетки	43 В
4. Анодный ток лампы Л1 (6Ж7)	0,65 мА
5. Усиление каскада	120

Второй каскад

1. Напряжение звуковой частоты на сетке лампы Л2 (6С5), необходимое для получения на выходе усилителя мощности 20 Вт	0,84 В
2. Напряжение на аноде лампы Л2 (6С5)	200 В
3. Напряжение смещения на лампе Л2 (6С5)	-7 В
4. Анодный ток лампы Л2 (6С5)	3,5 мА
5. Усиление каскада на средних частотах	3,6

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСИЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА УСУ-8. Пуск в ход заранее смонтированной и проверенной на работу аппаратуры; (два комплекта УСУ-8 — рабочий и аварийный) производится в следующем порядке: 1) рукоятка ограничителя громкости R_6 (усилитель напряжения 1У3) и регулятора громкости «З» (пульта микшера ПЗК-5) ставят в среднее положение; 2) рукоятка регулятора громкости контрольного громкоговорителя ставится в среднее положение (при условии, что имеется контрольный говоритель со смонтированным на нём регулятором громкости); 3) колодки гибких шлангов фотоэлементов вставляют в гнезда ламповых панелей П1 и П2 (на усилителе напряжения 1У3) того усилителя напряжения 1У3, который будет в данный момент работать; 4) выключатель КЛ-1 (тунгоровый выпрямитель 1В3) на рабочем комплекте ставится в положение «вкл.», на аварийном — в положение «выкл.»; 5) переключатель регулировки напряжения сети П-1 (тунгоровый выпрямитель 1В3) перед началом сеанса должен быть установлен в левое крайнее положение «выкл.»; 6) ключ КЛ-1 (левый ключ на основном усилителе 1У2) ставится в среднее положение «УН-вкл.»; 7) ключ КЛ-2 (правый ключ 1У2) ставится в левое крайнее положение «звук-выкл.»; 8) на одном из проекторов включается выключатель лампы просвечивания; 9) вращая по часовой стрелке рукоятку «регул. напр. сети» — П-1 (тунгоровый выпрямитель 1В3), подбирают по измерительному прибору — вольтметр ИП-1 — напряжение 110 В.

ВНИМАНИЕ! В случае какой-либо неисправности немедленно поверните рукоятку «регул. напр. сети» — П-1 влево до отказа и до устранения аварии устройство не включайте.

Если устройство исправно, то в контрольном громкоговорителе будет прослушиваться характерное шипение. При пересечении пучка света, падающего от лампы просвечивания на фотоэлемент (например, расчётской), в контрольном громкоговорителе будут прослушиваться характерные звуки модуляции.

Теперь остаётся выключателем лампы просвечивания её выключить, поставить переключатель «звук» КЛ-2 в правое положение и, зарядив фильм в проектор, приступить к кинопоказу.

Выключение устройства ведут в обратном порядке.

Эксплуатация усилительного устройства будет нормальной при условии соблюдения следующих правил:

- 1) Включение и выключение УСУ-8 производить только переключателем «регул. напр. сети» (П-1).
- 2) Допустимые отклонения напряжения (по вольтметру ИП-1) 105 — 115 V.
- 3) Применять фотоэлементы чувствительностью только 80 — 100 $\mu\text{A/Lm}$.
- 4) Не доводить работу говорителей до дребезжания.
- 5) Часть рабочего дня работать на одном усилительном устройстве (перед началом сеансов проверить исправную работу обоих устройств), а вторую половину — на другом.
- 6) При начале, конце сеанса, а также при вынужденной остановке ставить ключ «звук» (КЛ-2) в крайнее левое положение «выкл.».
- 7) Замену ламп УСУ-8 производить после того, как они сгорят, либо проработают указанный заводом срок.
- 8) Не включать длительно две лампы просвечивания.

Переход с рабочего комплекта УСУ-8 на аварийный свойдтся к следующему: 1) рабочий комплект выключается и его ключ «ЛПР» (КЛ-1) переводится в левое положение «выкл.»; 2) гибкие шланги фотоэлементов переключаются в колодки П-1 и П-2 усилителя напряжения 1У2 второго комплекта; 3) включается аварийный комплект по правилам, описанным выше.

Для получения удвоенной мощности могут быть одновременно включены оба усилительных устройства УСУ-8. Для этого один из УСУ-8 включается по правилам, приведенным выше, а второй выключается лишь после того как: 1) рукоятки «ЛПР», «звук» и «РГ зала — УН» поставлены в левое положение; 2) рукояткой «регул. напр. сети» доводят показания вольтметра (ИП-1) до 110 V; 3) рукоятку «звук» ставят в положение «выкл.» (в правое положение).

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ УСИЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА УСУ-8:

- 1) ненадежная конструкция переходных колодок П-1 и П-2 усилителя напряжения 1У3, не обеспечивающая хороших контактов, 2) неудобство конструкции кожуха-экрана усилителя напряжения 1У3 — каждый раз при необходимости снять его (например, для смены ламп) приходится вынимать колодки гибких шлангов фотоэлементов, что, как указано выше, ведет к работе с помехами из-за плохих контактов, 3) отсутствие входа для работы с микрофона и адаптера (звукоснимателя), 4) ненадежная работа регулятора напряжения сети, который часто обгорает и не обеспечивает контактов цепи, 5) наличие переключателя $\frac{127\text{ V}}{\Delta 0\Omega}$ обмоток автотрансформатора тунгарового выпрямителя 1В3, 6) низкое качество ламповых панелек, не обеспечивающих надежности контактов, 7) ненадежная работа ключей типа «И» и выключателей 2П6, 8) ненадежная конструкция контактов «—», соединяемых с корпусами электролитических конденсаторов С-1 и С-2 тунгарового выпрямителя 1В3, 9) отсутствие окраски нарезки крепежных деталей краской, в результате чего при транспортировке отвинчиваются и теряются гайки — детали срываются с мест, портя устройство в целом, 10) низкое качество подвижной системы (обрыв концов звуковых катушек, сползание витков) головки говорителя ГДВ-2 (1А2) и др.

УСИЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ТИПА УСУ-11

Усилительное устройство типа УСУ-11, разработанное заводом Ленкинап, предназначается для комплектования стационарного звукового узкополосного проектора типа 16 ЭСП-3 Одесского завода Кинап.

Помимо работы от фотоэлементов УСУ-11 может быть использовано для работы от адаптера.

Имея на выходе мощность в 12 W, усилительное устройство УСУ-11 может обслужить аудиторию около 700 чел.

В комплект усилительного устройства УСУ-11 входят: 1) усилитель с выпрямителем и генератором высокой частоты типа 1У-10; 2) громкоговоритель типа ГРА-10; 3) автотрансформатор типа КАТ-7а; 4) соединительные шнуры.

Внешне усилительное устройство УСУ-11 конструктивно оформлено в виде шасси-основания, на котором и внутри которого размещены детали и лампы. Шасси закрывается кожухом-экраном. Общие габариты усилителя 400 x 235 x 205 мм. Спереди сверху шасси приварен кронштейн, на котором размещены рукоятки управления устройством. Левая рукоятка — рукоятка тон-контроля высокой частоты; средняя — тон-контроль низкой частоты; правая — регулятора громкости. Ниже рукояток на самом шасси размещены гнезда контрольного телефона и рукоятка выключателя П, громкоговорителя. С правой стороны шасси размещены две колодки, снабженные надписями «Проектор I» и «Проектор II», в которые включаются колодки гибких шлангов, соединяющих фотоэлементы с усилителем, и гнезда адаптера. С левой стороны шасси: колодки со штырьками, к которым подключаются способом горячей

пайки шину питания от автотрансформатора (сеть) лампы просвечивания, громкоговоритель зала и контрольный. Кожух-экран крепится к шасси с помощью четырёх замков, разнесённых по углам кожуха. Кроме того на кожухе имеется ряд отверстий, служащих для отвода нагретого воздуха из усилителя. Сверху шасси в его правом переднем углу размещена рукоятка потенциометра R3. Снизу шасси усилителя закрывается дном.

Схема усилительного устройства 1У-10 (рис. 258). Устройство состоит из четырёхкаскадного усилителя низкой частоты, выпрямителя и генератора высокой частоты.

Вход усилителя собран по обычной схеме, когда сопротивление нагрузки R7 фотоэлементов выполняет в то же время функцию сопротивления утечки сетки лампы Л₁. Подача напряжения на аноды фотоэлементов ФЭ производится через делитель, составленный из сопротивлений R6, R5 и части потенциометра R3 для одного фотоэлемента и из сопротивлений R6, R4 и другой части потенциометра R3 для другого. Назначение потенциометра R3 заключается в том, чтобы осуществить плавное изменение напряжения на фотоэлементах и тем самым подобрать одинаковый уровень сигнала на входе усилителя с обоих постов. Легко видеть, что если напряжение на одном фотоэлементе растёт, то на другом оно падает. Сопротивления R1 и R2 — сопротивления развязки анодных цепей фотоэлементов. Эти сопротивления заблокированы конденсаторами C₁ и C₂.

Первый каскад усилителя 1У-10 собран по схеме на сопротивлении и работает на пентоде типа 6Ж7 (лампа Л₁). Смещение на сетку 6Ж7 — автоматическое от сопротивления R10.

Питание нити накала лампы 6Ж7 (Л₁) производится непосредственно переменным током от понижающей обмотки IV силового трансформатора Т-3; эта обмотка имеет среднюю точку — вывод. Подача напряжения на экранную сетку лампы Л₁ производится от общей анодной цепи через добавочное сопротивление R11, на котором гасится излишек напряжения. Сопротивление R11, заблокированное конденсатором C₄, кроме того выполняет роль добавочной ячейки фильтра выпрямителя. Нагрузочным сопротивлением пентода 6Ж7 (Л₁) является сопротивление R12. Сопротивление R13 и конденсатор C₅ выполняют роль развязывающей ячейки. Связь анодной цепи лампы Л₁ с сеточной цепью лампы Л₂ второго

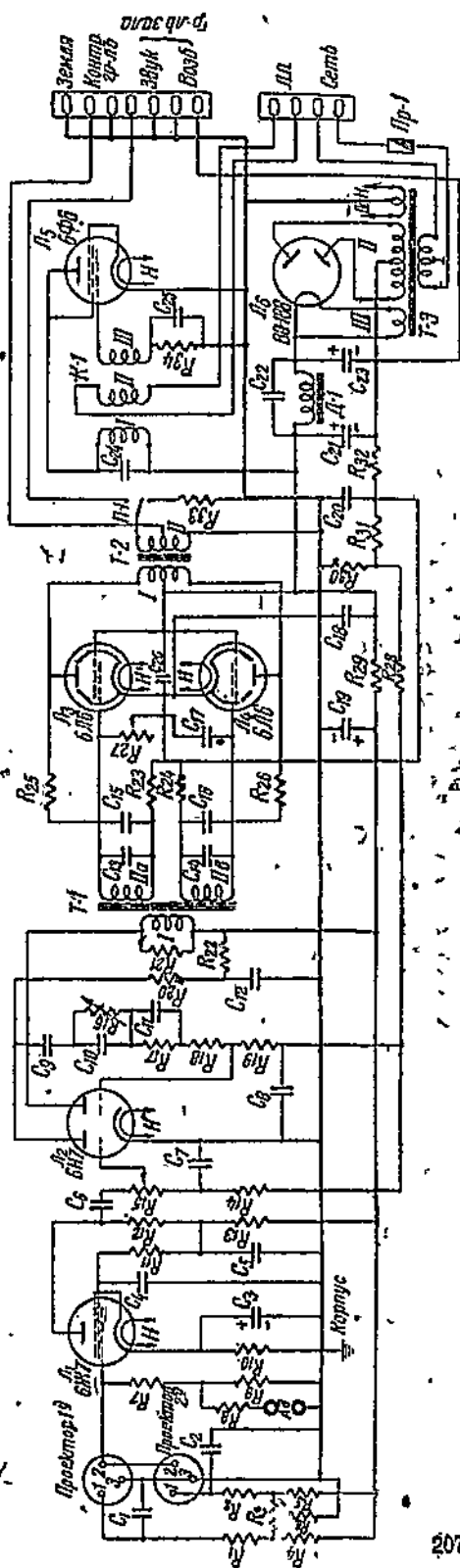


Рис. 258. Принципиальная схема усилителя 1У-10

Спецификация УСУ-11

№ на схеме	Наименование	Данные	Тип, марка
Л ₁	Лампа	См. главу I	6Ж7
Л ₂	»	» I	6Н7
Л ₃	»	» I	6Л6С
Л ₄	»	» I	6Л6С
Л ₅	»	» I	6Ф6
Л ₆	»	» I	ВО-188
Tr-1	Трансформатор, переходной	Железо Ш-19 набор 20 I—7000 витков ПЭ Ø 0,08 II—2×7000 витков ПЭ Ø 0,08	Tr-182
Tr-2	Трансформатор выходной	Железо Ш-19 набор 30 I—2×1400 витков ПЭ Ø 0,2 II—40+100 витков ПЭ Ø 1,0	Tr-183
Tr-3	Трансформатор силовой	Железо Ш-28 набор 60 I—295 витков ПЭ Ø 0,8 II—2×950 витков ПЭ Ø 0,31 III—11 витков ПЭ Ø 1,1 IV—9+8 витков ПЭ Ø 1,4	Tr-184
Dr-1	Дроссель фильтра	2500 витков, ПЭ Ø 0,31 Железо Ш-11×15 I—52 витка ПЭ Ø 1,0	Dr-44
K1	Контурная катушка генератора	II—1000 витков ПЭ Ø 0,31 III—400 витков ПЭ Ø 0,31	ПУ-12 03-00
R1	Сопротивление	1 MΩ±20%	ТО
R3	Переменное сопротивление	200000 Ω±20%	ПСК
R2	Сопротивление	1 MΩ±20%	ТО
R4	»	120000 Ω±10%	»
R5	»	120000 Ω±10%	»
R6	»	150000 Ω±10%	»
R7	»	0,25 MΩ±5%	»
R8	»	25000 Ω±10%	»
R9	»	10000 Ω±10%	»
R10	»	2000 Ω±5%	СС
R11	»	1,2 MΩ±10%	ТО
R12	»	250000 Ω±5%	ПСК
R13	»	150000 Ω±10%	ТО
R14	»	0,2 MΩ±20%	»
R15	»	0,5 MΩ±20%	ПСК
R16	»	0,5 MΩ	»
R17	»	150000 Ω±5%	ТО
R18	»	25000 Ω±5%	»
R19	»	50000 Ω±5%	»
R20	»	50000 Ω±10%	»
R21	»	30000 Ω±10%	»
R22	»	75000 Ω±10%	»

№ на схеме	Наименование	Данные	Тип, марка
R23	Сопротивление	25 000 $\Omega \pm 5\%$ ¹⁾	СС
R24	»	25 000 $\Omega \pm 5\%$ ¹⁾	»
R25	»	160 000 $\Omega \pm 5\%$ ¹⁾	»
R26	»	160 000 $\Omega \pm 5\%$ ¹⁾	»
R27	» переменное	0,5 М Ω $\left\{ \begin{array}{l} +40\% \\ -20\% \end{array} \right.$	ПСК
R28	Сопротивление	200 000 $\Omega \pm 20\%$	ТО
R29	»	2 000 $\Omega \pm 10\%$	СС
R30	»	11 000 $\Omega \pm 5\%$ ²⁾	»
R31	»	82 000 $\Omega \pm 5\%$ ²⁾	»
R32	»	160 000 $\Omega \pm 5\%$ ²⁾	»
R33	» остеклованн.	20 $\Omega \pm 2,5\%$	ТИП «1»
R34	»	4 500 $\Omega \pm 5\%$	СС
C ₁	Конденсатор бумажный	0,1 μ F 300 V	БК 300-0,1
C ₂	»	0,1 μ F 300 V	БК-300-0,1
C ₃	»	20 μ F 10 V	КЭС-10-20
C ₄	»	0,05 μ F 300 V	БК
C ₅	»	2 μ F 300 V	—
C ₆	»	20 μ F 10 V	ЭК-1
C ₇	»	0,25 μ F 300 V	БК300-0,025
C ₈	»	0,5 μ F 300 V	БК
C ₉	»	0,05 μ F 300 V	БК
C ₁₀	»	5 000 μ F	—
C ₁₁	»	700 μ F	—
C ₁₂	»	0,5 μ F 300 V	—
C ₁₃	»	250 μ F $\left\{ \begin{array}{l} +20\% \\ -0\% \end{array} \right.$	—
C ₁₄	»	250 μ F $\left\{ \begin{array}{l} +20\% \\ -0\% \end{array} \right.$	—
C ₁₅	»	0,05 μ F 300 V	БК-300
C ₁₆	»	0,05 μ F 300 V	БК-300
C ₁₇	»	2000 μ F	C-1112
C ₁₈	» электролитический	10 μ F 450 V	КЭС-450-10
C ₁₉	» бумажный	2x2 μ F 300 V	БП-300-2
C ₂₀	»	0,5 μ F 300 V	БК-300-0,5
C ₂₁	» электролитический	10 μ F 450 V	КЭС-450-10
C ₂₂	» бумажный	2 μ F 300 V	БП-300-2
C ₂₃	»	10 μ F 450 V	КЭС-450-10
C ₂₄	»	500 μ F	C-1207
C ₂₅	»	7 000 μ F	C-1117
Пр-1	Предохранитель	2 A	Бозе
П-1	Переключатель	2-полюсный на 2 направления	2-П-6

каскада осуществляется через переходной конденсатор C_6 . Корпус лампы L_1 заземлён.

Второй каскад собран по схеме на сопротивлениях и работает на лампе типа 6Н7 (L_2), совмещающей в себе два триода с общим катодом. В качестве утечки сетки первого триода лампы L_2 используется потенциометр R15 с активированным слоем, выполняющим роль регулятора громкости. Последовательно с ним включено сопротивление R14 развязки цепи сетки, заблокированное ёмкостью C_7 .

Смещение на сетку лампы L_2 подаётся автоматически с делителя, составленного из сопротивлений R30, R31 и R32. Нагрузочным сопротивлением первого триода лампы L_2 второго каскада является сопротивление R20. C_9 — переходной конденсатор, последовательно с которым включена параллельная цепь, составленная из конденсатора C_{10} и переменного сопротивления R16, служащая для коррекции частотной характеристики в области низких частот. Нить накала питается переменным током от обмотки IV трансформатора Т-3. Корпус лампы L_2 заземлён. Сопротивление R22 совместно с конденсатором C_{12} выполняет роль развязывающей ячейки.

¹⁾ Сопротивления R23 и R25, а также R24 и R26 подбираются парами с допусками в одну сторону.

²⁾ Сопротивления R30, R31 и R32 подбираются с допуском в одну сторону.

Третий каскад собран по трансформаторной схеме последовательного питания. Связь анодной цепи первого триода лампы L_2 с сеточной цепью второго триода лампы L_3 третьего каскада осуществляется через переходной конденсатор C_9 . Сопротивлением утечки лампы третьего каскада служат сопротивления R_{19} , R_{28} и R_{30} . Связь анодной цепи третьего каскада с сеточной цепью лампы оконечного каскада осуществляется через переходной трансформатор Т-1, первичная обмотка которого зашунтирована для получения необходимой характеристики сопротивлением R_{21} . Смещение на сетку лампы L_3 третьего каскада подается автоматически с делителя, составленного из сопротивлений R_{30} и R_{31} . C_8 служит для создания пути звуковой частоты.

Для подъема частотной характеристики необходимого для компенсации завала на высоких частотах, обусловленного емкостью шлангов, соединяющих проекторы с усилителем, а также для компенсации завала, обусловленного применением узкого фильма, параллельно вторичным обмоткам переходного трансформатора Т-1 включены конденсаторы C_{13} и C_{14} , они образуют с самоиндукцией рассеяния трансформатора последовательный колебательный контур, настроенный на частоту 4,5 — 5 тысяч Hz. Подъем характеристики на высоких частотах осуществляется за счет резонанса на частоте 4,5 — 5 тысяч Hz. Величина подъема достигает 4 — 6 дБ по сравнению с уровнем на частоте 1000 Hz.

В целях внесения дополнительной коррекции на высоких частотах, например, в том случае, когда демонстрируется фильм малой технической годности, используются тон-контролем высоких частот, составленным из сопротивления R_{27} и конденсатора C_{17} . Уменьшая величину сопротивления R_{27} , мы тем самым срезаем высокие частоты (рукоятка тон-контроля высоких частот в этом случае вращается по часовой стрелке) вследствие шунтирующего действия емкости C_{17} .

Оконечный каскад собран по двухтактной схеме и работает на лучевых лампах типа 6Л6-С (по одной лампе в каждом плече).

Смещение на сетки ламп L_3 и L_4 осуществляется от обмотки возбуждения Γ омического генератора через делитель напряжения, составленный из сопротивлений R_{30} , R_{31} и R_{32} . Назначение сопротивлений R_{23} и R_{24} — ограничить величину мощности устройства сверх номинала (12 W) при больших значениях входного напряжения. Этим предотвращается от механических разрушений громкоговоритель. Одновременно с этим уменьшается «подмигивание» лампы просвечивания на больших пиках мощности (сверх номинала) на выходе усилителя, так как питающий лампу просвечивания генератор высокой частоты работает в этом случае при более стабильном выпрямленном напряжении.

Выходной трансформатор Т-2 нагружен на звуковую катушку громкоговорителя. Параллельно вторичной обмотке трансформатора Т-2 подключается кроме того телефон (Т), по которому ведется контроль за работой при налаживании аппаратуры. В этом случае громкоговоритель отсоединяется с помощью переключателя P_1 . Назначение сопротивления R_{33} (сопротивление, эквивалентное сопротивлению звуковой катушки громкоговорителя) — предотвратить появление нелинейных искажений, вызываемых в случае отключения громкоговорителя (лучевые лампы, работая без нагрузки, создают большие нелинейные искажения и, кроме того, пробиваются их лампы панели).

Выпрямительное устройство. Собрано по двухполупериодной схеме и работает на кенотроне типа ВО-188 (L_5). Силовой трансформатор Т-3 имеет четыре отдельные обмотки, из которых обмотка I служит сетевой (первичной) и рассчитана на подводимое напряжение в 110 V, обмотка II — повышающая, обмотка III — накальная [питает нить накала кенотрона L_5 (ВО-188)], обмотка IV — накальная, служит для питания нитей накалов ламп усилителя. Фильтр выпрямителя состоит из дросселя Д-1 и обмотки возбуждения громкоговорителя, а также конденсаторов C_{23} , C_{22} , C_{21} , C_{18} , C_{19} и др.

Генератор высокой частоты. Собран по схеме последовательного питания и работает на лампе типа 6Ф6 (L_6). Контур генератора составлен из секций I катушки и емкости C_{24} . Другая секция III катушки включена в сеточную цепь и служит, как уже нам известно, для связи контура с цепью сетки. Сопротивление R_{34} в сочетании с емкостью C_{25} выполняет функции грид-лика. Питание лампы просвечивания производится от третьей секции катушки генератора. Питание нити накала лампы L_6 производится от общей накальной обмотки IV силового трансформатора Т-3. Питание анодной цепи производится от общего выпрямителя.

Более подробно о работе генератора высокой частоты изложено в разделе «Источник питания», глава III, стр. 98.

Для присоединения внешних линий служат две платы с лепестками, соответствующим образом обозначенные.

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ УСИЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА УСУ-11. Основными недостатками УСУ-11 являются: 1) неудобство монтажа гибких шлангов фотоэлементов при двухпостовой установке; 2) наличие разрыва цепи при регулировке

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА № 28
по усилительным устройствам стационарного типа звукового кино

Данные	Тип усилителя											
	ЗК-1	УСУ-0	УСУ-3	УСУ-5	УСУ-6	УСУ-7	УСУ-8	УСУ-2С	УПВ-1	ВУП-30	ВУО-30-2	
I. Электроакустические данные												
1. Мощность усилителя в W	5 *	9	9	15	35-70	35	20	20	9	25	30	
2. Напряжение входа устройства:												
а) с фотоэлемента в mV	2,5	1,5	2,5	12	40	2000	7,5	2,5	—	—	—	
б) с адаптера в . . . mV	1,5	80	80	100	—	—	—	75	—	—	—	
в) с микрофона в . . . mV	1,5	2,5	2,5	3,0	—	—	—	3	5	—	52000	
3. Коэффициент нелинейных искажений:												
а) на частоте 80 Hz в %	8	8	4,5	4,0	} 4,0	} 4,0	1,5	—	—	—	—	
б) на частоте 1000 Hz в %	4	4,6	3,0	2,0			0,5	3	—	—	—	—
в) на частоте 4000 Hz в %	—	—	2,8	—			1,1	—	—	—	—	—
4. Частотная характеристика при работе с фотокассета:												
а) полоса в Hz	80-8000	80-8000	80-10000	80-8000	50-8000	50-8000	50-8000	80-10000	100-6000	—	—	
б) отклонение. . . в db	—	±2,0	±2,0	±1,5	±1,5	±2,0	±2,0	±1,5	±1,0	—	—	
5. Уровень помех:												
а) всего устройства (исключая фотоэлемент) .	—	—	—45	—45	—50db	—50db	—48	—	—	—	—	
б) самого усилителя в db	—40	—40	—	—50	—	—	—54	—	—	—	—	
II. Эксплуатационные данные												
1. Номинальное напряжение сети, на которое рассчитано устройство . . . в V	127/220	127/220	120/220	120/220	127/220	120/220	127/220	127/220	120/220	120/220	120/200	
2. Потребляемая из сети мощность в W	290	300	340	440	—	—	420	—	—	—	—	
3. Выход усилителя рассчитан на подключение нагрузки в Ω	5-10-20	5-10-20	5-10-20	10-20	—	—	10-20	10-20-40	—	—	—	
4. Рассчитан на аудиторию в чел.	300	500-650	500-650	800-1000	1200-2000	1000	800-1000	1200	650	1000	1200'	
5. Изменение уровня громкости в db	40	40	40	40	40	40	40	—	35	—	—	

Электроакустические и иные данные УСУ-11

- Входное напряжение:
 - при подаче в разрыв 4 mV
 - при подаче непосредственно на участок сетка—земля 3,5 mV
- Напряжение адаптерного входа 100 mV
- Мощность усилителя—12 W при коэффициенте нелинейных искажений:
 - на частоте 100 Hz 6,0%
 - на частоте 1000 Hz 4,0%
- Полоса воспроизводимых частот от 80 до 6000Hz+5db
- Уровень помех относительно поминимальной мощности —42 db
- Устройство УСУ-11 рассчитано на питание 50-периодным переменным током при напряжении 110 V
- Потребляемая устройством мощность около 104 VA
- Габариты усилителя 458×310×
×290 мм
- Устройство рассчитано на работу от фотоэлемента типа ЦГ-3

Карта режимов 1У-10

Выпрямительное устройство

- Напряжение, подводимое от сети переменного тока 50 периодов к первичной обмотке силового трансформатора 110 V
- Ток, потребляемый из сети 1,35 A
- Мощность, потребляемая из сети 150 VA
- Напряжение на концах повышающей обмотки 2×355 V
- » накала ВО-188 4 V
- Ток накала ВО-188 2,2 A
- Выпрямленное напряжение на конденсаторе С23 (первый конденсатор фильтра включён между «+» и «—» выпрямленного напряжения) 365 V
- Выпрямленное напряжение на конденсаторе С21 (второй конденсатор фильтра включён между «—» и за дросселем ДР-44) 355 V
- Падение напряжения на дросселе ДР-44 10 V
- Падение напряжения на обмотке возбуждения громкоговорителя 90 V
- Ток через обмотку возбуждения громкоговорителя 160 mA
- Выпрямленное напряжение на конденсаторе С13 255 V
- Выпрямленное напряжение на конденсаторе С12 (анодное напряжение первых трёх каскадов) 255 V
- Падение напряжения на сопротивлении R23 12 V

Усилитель

Режим первого каскада

- Напряжение на фотоэлементах 220 V
- Анодное напряжение 255 V
- Напряжение на аноде лампы 6Ж7 (анод—земля) 75 V
- » на экранной сетке 6Ж7 50 V
- » смещения на сетке 6Ж7 1,4 V
- » накала лампы 6Ж7 5,9 V
- Анодный ток лампы 6Ж7 0,6 mA
- Ток экранной сетки лампы 6Ж7 0,1 mA
- Ток накала лампы 6Ж7 0,3 A
- Напряжение звуковой частоты, развиваемое фотоэлементом на сетке 6Ж7 3,5 mV

Режим второго каскада

- Анодное напряжение 255 V
- Напряжение на аноде лампы 6Н7 второго каскада 130 V
- » смещения лампы 6Н7 второго каскада 4 V
- » накала лампы 6Н7 5,9 V
- » звуковой частоты на сетке 6Н7 0,125 V
- Анодный ток первого триода 1 mA
- Ток накала лампы 6Н7 0,8 A

Режим третьего каскада

1. Анодное напряжение	255 В
2. Напряжение на анодах лампы 6Н7 третьего каскада	240 В
3. » звуковой частоты на сетке 6Н7	0,73 В
4. Анодный ток второго триода	3 мА

Режим оконечного каскада

1. Анодное напряжение	265 В
2. Напряжение на анодах лампы 6Л6-С	260 В
3. » на экранированных сетках лампы 6Л6-С	265 В
4. » смещения лампы 6Л6-С	20 В
5. » накала лампы 6Л6-С	5,9 В
6. » звуковой частоты между сетками лампы 6Л6 оконечного каскада	26 В
7. Анодный ток двух лампы 6Л6-С	2×54 мА
8. Ток экранированных сеток лампы 6Л6-С	12 мА
9. Ток накала лампы 6Л6-С	2×0,9 А
10. Напряжение звуковой частоты на вторичной обмотке выходного трансформатора при выключенном громкоговорителе (звуковая катушка имеет сопротивление 12 Ω) при мощности на выходе в 12 Вт	12 В
11. Режим класса	AB ₁

Генератор

1. Анодное напряжение	265 В
2. Напряжение на аноде лампы 6Ф6	265 В
3. » накала лампы 6Ф6	5,9 В
4. Анодный ток лампы 6Ф6	35 мА
5. Ток накала лампы 6Ф6	0,7 А
6. Напряжение высокой частоты	4 В
7. Мощность генератора	3 Вт
8. Режим	колебания 1-го рода

автотрансформатора КАТ-8 (КАТ-7а); 3) неудобство монтажа линий питания, подключаемых к автотрансформатору; 4) наличие выступающего на лицевой стенке шасси устройства выключателя «динамика» (П-1), который при ремонте устройства, как правило, отламывается; 5) частый выход из строя переходного трансформатора Т-1 (ТР-182) — обрыв в половинках вторичной обмотки; 6) ненадежные (в смысле надежности контактов) ламповые панельки; 7) низкое качество подвижной системы (обрыв концов звуковых катушек, сползание витков) головок громкоговорителей 1А1 (ГРА-10); 8) отсутствие обозначения (ГРА-10) на громкоговорителях, в результате чего склады часто засылают на места громкоговорители от комплекта УСУ-8 (головка громкоговорителя ГРА-10, входящего в комплект УСУ-11, имеет сопротивление обмотки возбуждения постоянному току 489,4 Ω) и др.

ПЕРЕДВИЖНЫЕ УСТРОЙСТВА³⁾ УСИЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ПУ5-3

Усилительное устройство типа ПУ5-3 изготовлялось ленинградским заводом «Киния» для комплектования звуковых широкоплёночных кинопроекторов типа ЗКП.

Устройство ПУ5-3 рассчитано для работы как от фотоэлемента, так и от адаптера. Имея на выходе 2,5 Вт неискажённой мощности, ПУ5-3 может в зависимости от акустических свойств помещения обслужить аудиторию до 100 чел. и более.

Усилительное устройство ПУ5-3 заключено в деревянный чемодан, состоящий из основания и верхней крышки, оклеенных снаружи графлексом. В основании чемодана замонтирована металлическая панель (рис. 259), на которой сверху расположены: в верхнем левом углу — отверстие охлаждения силового трансформатора (ТР-33), правее — две лампы УО-104, ниже — рукоятка переключателя сети, еще ниже — кенотрон (Л_к). Под лампами УО-104 (Л₄ и Л₅) расположена переходная панелька «динамика» и большое углубление, в которое входит при транспортировке магнитная система громкоговорителя. Под углублением расположен вольтметр (V), а правее — лампы третьего (Л₃), второго (Л₂) и первого (Л₁) каскадов, а также рукоятка регулятора громкости (R_г) и гнезда адаптера. Под лампой первого каскада — клемма «земля», а выше — переходная панелька гибкого шланга «фотоэлемент» (в первых выпусках

³⁾ Заводом «Киния» разработаны и изготовлялись мелкой серией усилительные устройства ПУ-2, ПУ-3, ПУ4-3, ПУ-9, ПУ-10, 2ПУ-10, которые не получили широкого распространения из-за низких эксплуатационных данных, а поэтому автор их описания не приводит (см. табл. 35, стр. 268–269).

панелька располагалась на боковой правой стенке чемодана) и отверстие оси «средней точки» (R_2). Снизу на панели смонтированы детали: трансформаторы, дроссель, конденсаторы, сопротивления и т. д. (рис. 260).

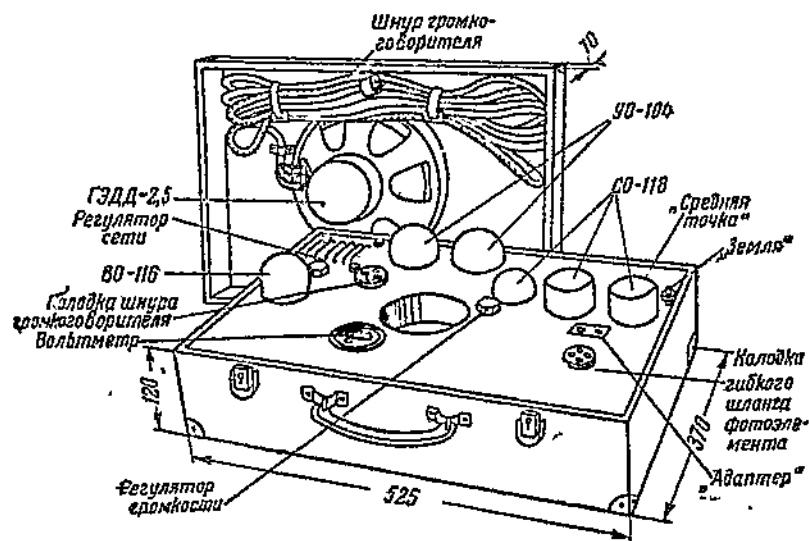


Рис. 259. Усилительное устройство ПУ5-3 (общий вид)

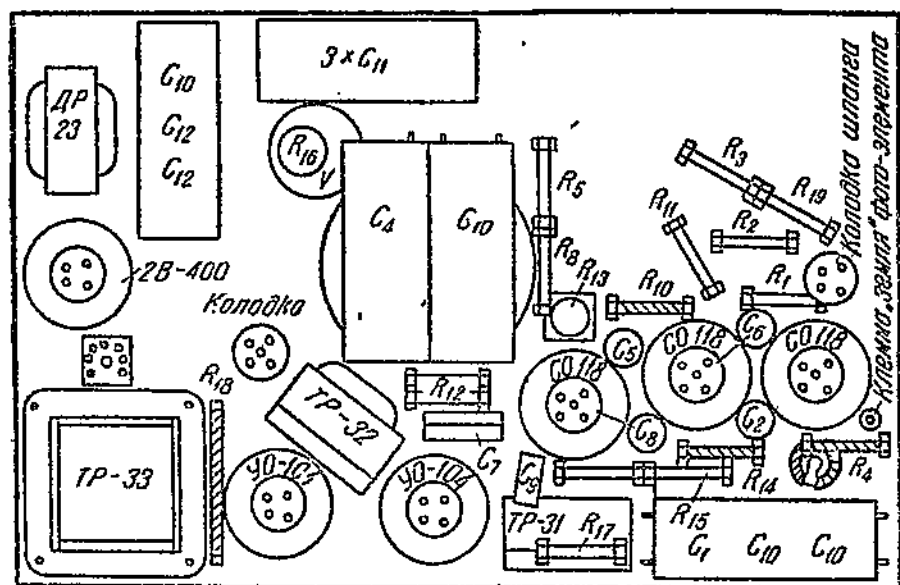


Рис. 260. Расположение деталей внутри ПУ5-3

В верхней крышке чемодана замонтирован громкоговоритель (Д), диффузор которого во время транспортировки закрывается деревянной крышкой-диском. Около громкоговорителя закрепляется его соединительный шнур, гибкий бронированный кабель фотоэлемента и провод заземления.

Схемы усилительного устройства ПУ5-3

Заводом Ленинград в производство были пущены две схемы, которые автором названы: одна — «первого выпуска», а другая — «последнего выпуска». В связи с тем, что заводом большее количество ПУ5-3 вынушено по схеме «последнего выпуска», более подробно остановимся именно на этой схеме.

СХЕМА «ПОСЛЕДНЕГО ВЫПУСКА» (рис. 261). Устройство ПУ5-3 состоит, из усилителя и громкоговорителя.

Усилитель ПУ5-3 имеет четыре каскада, из них три предварительных и один оконечный. Схема входа усилителя не предусматривает разделения постоянной и переменной составляющих тока фотозлемента. В данном случае сопротивление R_1 выполняет роль нагрузочного сопротивления фотозлемента и сопротивления утечки лампы L_1 первого каскада.

Питание фотозлемента производится от общего выпрямителя. В связи с тем, что напряжение выпрямителя (280 В) выше, чем это требуется для нормальной работы фотозлемента, в его анодную цепь включен делитель, составленный из сопротивлений R_3 и R_4 . Напряжение на фотозэлементе снимается с сопротивления R_4 . Сопротивление R_{10} , включенное последовательно с анодом фотозлемента, и конденсатор C_1 являются развязывающей ячейкой. Первый каскад усилителя работает на лампе типа СО-118 (L_1), включенной в схему усиления на сопротивлении. Поддача смещения на управляющую сетку лампы L_1 производится автоматически за счет падения напряжения анодного тока на сопротивлении R_4 , зашунтированном блокировочным конденсатором C_2 . В целях снижения уровня помех, создаваемых нитью накала лампы L_1 , питаемой переменным током, нить накала H_1 зашунтирована потенциометром R_6 . Подбор «средней точки» на потенциометре осуществляется каждый раз при смене лампы L_1 . Нагрузочным сопротивлением лампы L_1 является сопротивление R_5 . Сопротивление R_6 и конденсатор C_4 выполняют роль развязывающей ячейки. Второй каскад собран по схеме на сопротивлении и работает на лампе СО 118 (L_2). Связь первого каскада со вторым осуществляется через переходной конденсатор C_5 . Сопротивление утечки R_{10} зашунтировано гнездами, в которые вставляется вилка шнура электромагнитного адаптера. При работе с плёнки адаптер должен быть отключён. Сопротивление смещения R_{11} заблокировано ёмкостью C_9 . R_{12} — нагрузочное сопротивление лампы L_2 . Третий каскад собран по комбинированной реостатно-трансформаторной схеме параллельного питания и работает на лампе СО-118 (L_3). В качестве утечки сетки лампы L_3 используется потенциометр, который выполняет роль регулятора громкости. Для связи второго с третьим каскадом служит конденсатор C_7 . Смещение на сетку лампы L_3 — автоматическое от сопротивления R_{14} , заблокированного ёмкостью C_8 . Нагрузкой лампы L_3 служит сопротивление R_{15} и первичная обмотка переходного трансформатора ТР-31, включённая одним концом на катод лампы, другим — на переходной конденсатор C_9 . В целях защиты от замыкания анодного напряжения на землю применён разделительный конденсатор C_6 . Оконечный каскад собран по схеме пушпул, в плечах которого работает по одной лампе типа УО-104 (L_4 и L_5). Вторичная обмотка переходного трансформатора ТР-31 зашунтирована сопротивлением R_{17} , позволяющим обеспечить, с одной стороны, устойчивую работу усилителя, а с другой достигнуть равномерности частотной характеристики. В качестве нагрузки ламп оконечного каскада служит выходной трансформатор ТР-32, вторичная обмотка которого нагружена звуковой катушкой громкоговорителя Д. Смещение на сетки ламп оконечного каскада подаётся автоматически от сопротивления R_{18} .

Выпрямитель ПУ5-3 собран по двухполупериодной схеме и работает на кенотроне типа ВО-116 (L_6). Первичная обмотка силового трансформатора рассчитана на напряжение сети переменного тока 50 периодов, 110 — 85 В: благодаря наличию ступеней можно рукояткой «регулятора напряжения» производить нужный подбор режима усиительного устройства, руководствуясь показаниями вольтметра (вольтметр имеет внешнее добавочное сопротивление R_{19}). При переходе ползунка переключателя «регулятора напряжения» с кнопки на кнопку происходит разрыв цепи питания; в этом крупный недостаток устройства, так как разрыв цепи при переключении вызывает сильные щелчки в громкоговорителе.

Фильтр выпрямителя состоит из ёмкостей C_{12} , C_{11} и C_{10} , дросселя ДР-23 и обмотки возбуждения громкоговорителя. К особенностям схемы выпрямителя необходимо отметить применение блокировки со стороны высокого напряжения. Если выпрямитель останется без нагрузки, то в большинстве случаев напряжение на выходе выпрямителя достигает величины, опасной для конденсаторов фильтра. Наиболее вероятным местом разрыва анодной цепи устройства ПУ5-3 может быть шнур громкоговорителя, вернее, его переходная колодка. Поэтому штырьки А — В переходной колодки соединены между собой. В тех случаях, когда колодка не вставлена в гнезда, анодная цепь будет разорвана и вероятность пробоя конденсаторов фильтра тем самым будет исключена.

Для питания накала ламп усилителя на силовом трансформаторе усилителя имеются две обмотки. Одна из них H_2 служит для питания накала ламп (L_1 и L_2) оконечного каскада, другая — для питания накала ламп L_3 , L_4 , L_5 . Нить накала кенотрона питается от особой накальной обмотки. Для установления режима устройства применён вольтметр с добавочным сопротивлением R_{19} .

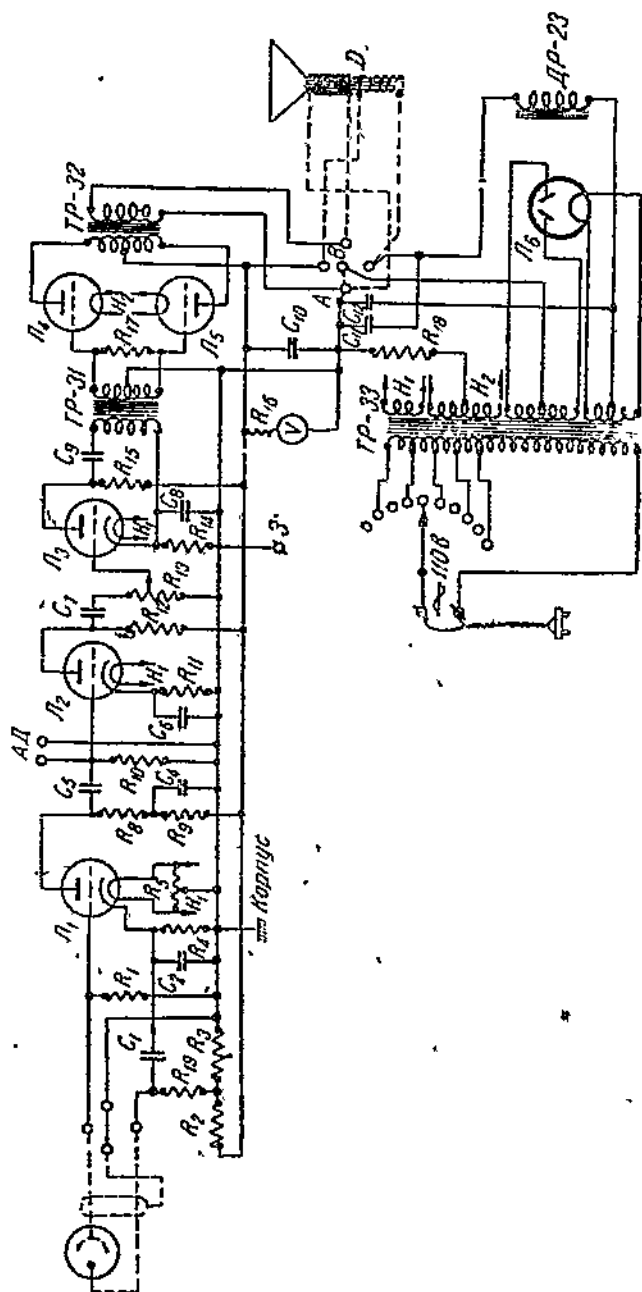


Рис. 261. Принципиальная схема ПУ5-3 (последнего выпуска)
 Гисзды А и Б между собой соединения не имеют. Соединение производится в колодке гибкого шланга

Спецификация ПУ5-3 (последнего выпуска)

Условные обозначения	Наименование	Данные	Кол-во частей
L _{A1} ; L _{B1} ; L _C L _{D1} ; L _E <u>L_F</u>	Лампа электронная СО-118 » » УО-104 » » ВО-116	См. таблицу 2 » » » 1	3 2 1 1 3
R _{X1} ; R _{K1} ; R _{I19} R _S R _{T7} R _G R _{H1B} ; R _{H1A} R _P R _S R _{Z1} ; R _{Z2} ; R _{I14} R _{V1} ; R _{V2} R _{I18} R _S R ₅ C _{M1} ; C ₂ C ₁₀ C ₁₁ C ₁₂ C ₁₃ C ₆ ; C ₇ ; C ₉ C ₂₁ ; C _{6'} ; C ₈	Сопротивление Каминаского » » » » » » » » » » » » » » Потенциометр Конденсатор бумажный » » » » » » » » » » Трансформатор переходной Трансформатор выходной » силовой Дроссель фильтра Громкоговоритель ГЭДД-2,5 Вольтметр Добавочное сопротивление к вольтметру	200 000 Ω 240 000 Ω 500 000 Ω 80 000 Ω 60 000 Ω 50 000 Ω 40 000 Ω 2 000 Ω 550 Ω 40 Ω 100 000 Ω 2 μF 600 V 4×2 μF 600 V 2×2 μF 800 V 3×1 μF 1000 V 0,1 μF 600 V 30 μF 15 V { 1—4000 витков Ø 0,1 } Ж-Ш-19 { 11—2×5000 витков ПЗ Ø 0,1 } { 1—2×850 витков Ø 0,2 } Ж-Ш-19 { 11—75 витков ПЗ Ø 0,8 } { 1—355 витков ПЗ Ø 0,69 } { 11—2×1200 витков ПЗ Ø 0,25 } { 11б—2×6 витков ПЗ Ø 1,0 } Ж-Ш-28 { 11в—2×6 витков ПЗ Ø 1,0 } { 11г—11 витков ПЗ Ø 1,2 } { 3400 витков ПЗ Ø 0,25 Ж-Ш-19 }	1 1 1 1 1 2 1 1 1 1 3 1 1 1 2 4 2 3 3 3 3 1 1 1 1 1 1
ТР-31			
ТР-32			
ТР-33(1)			
ДР-23 Д V R _{Id}		Тапа 5 МЛ По прибору	1 1 1 1 1

к) СМ, руб. 100, стр. 65.

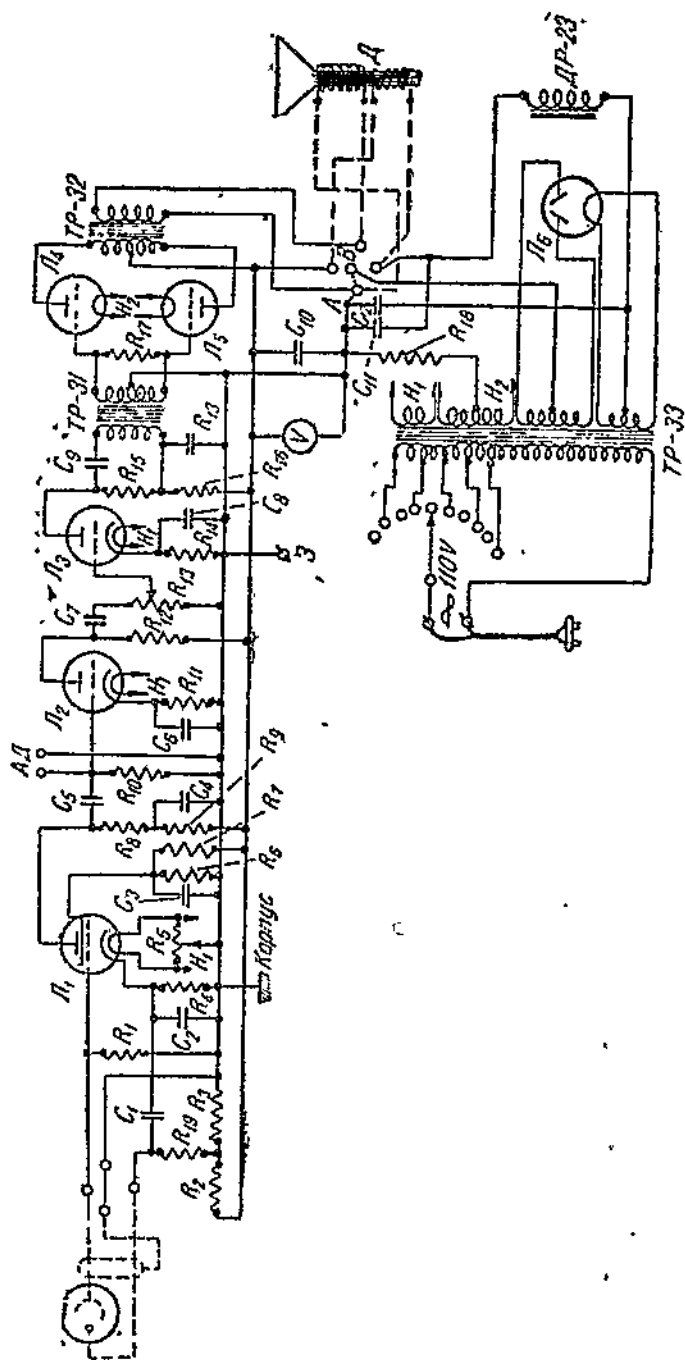


Рис. 262. Принципиальная схема ПУ5-3 (первого выпуска)

Глизда А и В между собой соединены не имеют. Соединение происходит в колодке гибкого шланга

Спецификация ПУ-3 (первого выпуска)

Условные обозначения на схеме	Наименование	Данные	Количество
L_1	Лампа электронная СО-124	См. таблицу 2	1
L_2, L_3	» » СО-118	» » 2	2
L_4, L_5	» » УО-104	» » 2	2
L_6	» » ВО-116	» » 1	1
	Фотоэлемент		1
R_1, R_{10}, R_{19}	Сопротивление Каминского	200 000 Ω	3
R_2, R_{13}, R_{14}	» »	40 000 Ω	3
R_3	» »	240 000 Ω	1
R_4	» »	30 000 Ω	1
R_5, R_{12}	» »	80 000 Ω	1
R_6	» »	35 000 Ω	1
R_7, R_{11}	» »	50 000 Ω	1
R_8	» »	500 000 Ω	1
R_9	» »	500 Ω	1
R_{17}	» » проволоочное	2 000 Ω	1
R_{18}, R_{14}	» » потенциометр проволоочный	40 Ω	2
R_6	» »	100 000 Ω	1
R_{13}	» »	530 Ω	1
C_1, C_2, C_4, C_{15}	Сопротивление проволоочное	2 μF 600 V	1
C_3, C_7, C_9	Конденсатор бумажный	0,1 μF 600 V	1
C_5, C_{10}	» »	2 $\times$ 2 μF 600 V	4
C_{11}	» »	3 $\times$ 1 μF 1030 V	3
C_{12}	» »	2 $\times$ 2 μF 600 V	2
C_{14}	» » электролитический	30 μF 15 V	3
C_3, C_6, C_8	» »	{ 1 — 4 000 витков ПЭ $\varnothing$ 0,1 } Ж-Ш-19	1
ТР-31	Трансформатор переходной	{ 11 — 2 $\times$ 5000 витков ПЭ $\varnothing$ 0,1 } Ж-Ш-19	1
ТР-32	Трансформатор выходной	{ 1-2 $\times$ 850 вит. ПЭ $\varnothing$ 0,2; 11-75 в. ПЭ $\varnothing$ 0,8 Ж-Ш-19	1
ТР-33 ¹⁾	Трансформатор силовой	{ 1 — 355 витков ПЭ $\varnothing$ 0,69 } Ж-Ш-23	1
ДР-23	Дроссель фильтра	{ Пв — 2 $\times$ 1 200 витков ПЭ $\varnothing$ 0,25 } Ж-Ш-23	1
Д	Громкоговоритель ГЭД-2,5	{ Пв — 2 $\times$ 6 витков ПЭ $\varnothing$ 1,0 } Ж-Ш-23	1
V	Вольтметр	{ Пв — 2 $\times$ 6 витков ПЭ $\varnothing$ 1,0 } Ж-Ш-23	1
		{ Пг — 11 витков ПЭ $\varnothing$ 1,2 } Ж-Ш-19	1
		{ 3 400 витков ПЭ $\varnothing$ 0,25; Ж-Ш-19 } Ж-Ш-19	1
		{ Звучковая катушка 98 вит. ПЭ $\varnothing$ 0,15 } Ж-Ш-19	1
		{ Катуш. возбуждения 11 000 вит. ПЭ $\varnothing$ 0,2 } Ж-Ш-19	1
		{ Катуш. возбуждения 2 100 в ПЭ $\varnothing$ 0,25 } Ж-Ш-19	1
		400 V типа 5МЛ	1

¹⁾ См. рис. 102, стр. 65.

ВНИМАНИЕ! В случае необходимости работы от сети переменного тока с напряжением в 220V, следует пользоваться автотрансформатором КАТ-5 (или иными, описание которых приведено на стр. 82).

СХЕМА ПУ5-3 «ПЕРВОГО ВЫПУСКА». Эта схема (рис. 262) отличается от схемы ПУ5-3 «последнего выпуска» тем, что первый каскад собран на экранированной лампе типа СО-124 по ребстатной схеме. Подача напряжения на экранированную сетку лампы СО-124 (Л₁) производится от общего выпрямителя, но так как напряжение выпрямителя (280 V) значительно превосходит то напряжение, которое требуется на экранированную

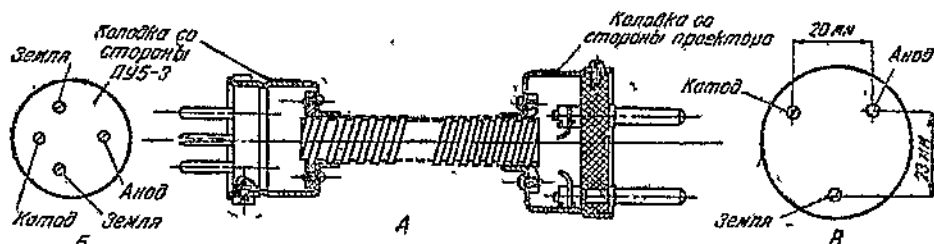


Рис. 263. Гибкий шланг, прилагаемый к ПУ5-3

А — гибкий шланг; Б — колодка шланга, включаемая в ПУ5-3; В — колодка шланга, включаемая в проектор

сетку, в ее цепи применён делитель напряжения, составленный из сопротивлений R_6 и R_7 . Напряжение на экранированную сетку снимается с сопротивления R_6 , заблокированного ёмкостью C_3 .

Некоторые детали схемы «первого выпуска» имеют иные данные в сравнении со схемой «последнего выпуска», точные же детали остались без изменения.

Частотная и амплитудная характеристики ПУ5-3 приведены на рис. 264 и 265.

Электроакустические и иные данные ПУ5-3

1. Входное напряжение	4 mV
2. Номинальная мощность — 2,5 W при частоте 1000 Hz и нагрузке на омическое сопротивление в 10 Ω	
3. Уровень помех устройства:	
а) самого усилителя и при потушенной лампе просвечивания . . .	0,7%
б) комплекта ПУ5-3 — лампа просвечивания горит, плёнка из проектора вынута	4,3%
4. Частотная характеристика представлена на рис. 264.	
5. Устройство рассчитано на питание 50-периодным переменным током при напряжении 85 — 110V. Потребляемая мощность около	110 W
6. Сопротивление звуковой катушки громкоговорителя ГЭДД-2,5	10 Ω
7. Магнитная система громкоговорителя ГЭДД-2,5	скоба
8. Напряжение возбуждения ГЭДД-2,5	125 V
9. Мощность возбуждения ГЭДД-2,5	10 W
10. Вес	19 кг

Нормальный режим устройства

Выпрямленное напряжение устанавливается по вольтметру V и должно составлять 280 V.

При этом автоматически устанавливается режим всего устройства. Аварии усилительного устройства ПУ5-3 приведены на стр. 363.

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ ПУ5-3: 1) недостаточная механическая прочность конструкции и жёсткость крепления деталей (например, конденсаторы); 2) плохая экранировка (рекомендуется чемодан обить внутри жёстко, пропаяв места стыков и оклеив сверху жёстким кембриковым полотном или иным изоляционным материалом; это необходимо во избежание короткого замыкания в случае касания экрана элементов схемы устройства; экран должен быть обязательно заземлён; такая экранировка позволит значительно снизить уровень помех устройства ПУ5-3); 3) отсутствие направляющих, что вызывает сложность вставки электронных ламп в ламповые

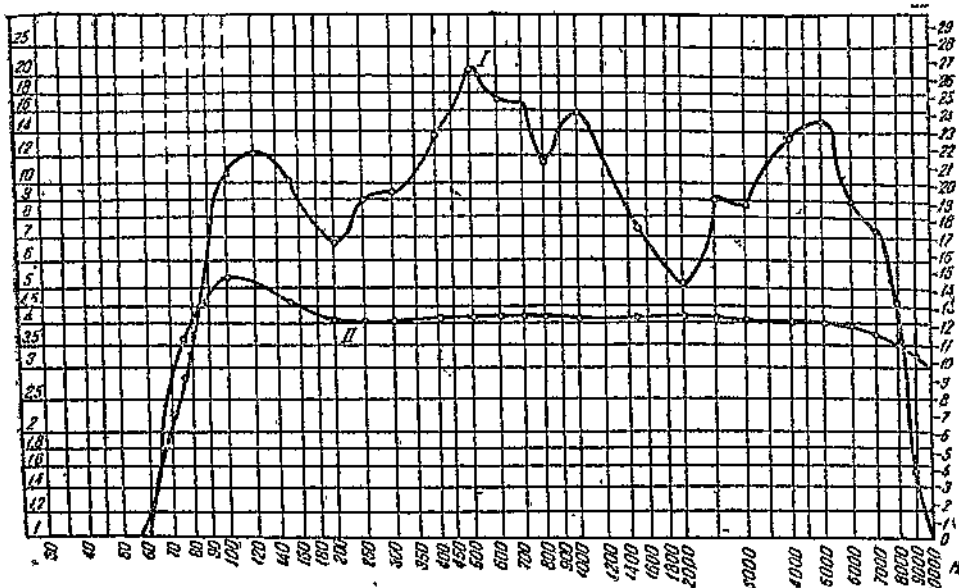


Рис. 264. Частотная характеристика ПУ5-3

Кривая I — характеристика усилителя и громкоговорителя ГЭДД-2,5; кривая II — характеристика усилителя на клеммах громкоговорителя

гнёзда; 4) разрыв цепи питания выпрямителя при переключении регулятора напряжения сети и как следствие — появление громких щелчков в громкоговорителе; 5) значительные габариты и вес; 6) ненадёжная работа громкоговорителя ГЭДД-2,5 (стр. 282); 7) отсутствие защиты зазора громкоговорителя ГЭДД-2,5 приводит к тому, что в зазор попадает пыль и нередко металлические опилки, вследствие чего громкоговоритель начинает дребезжать; 8) отсутствие защиты диффузора громкоговорителя, который часто рвёт при закручивании винта крышки, закрывающей диффузор; 9) отсутствие защиты (покрытия резиновым шлангом) шнура громкоговорителя, в результате чего при свёртывании на шнуре появляются «барашки», ведущие к пробою и его обрыву; 10) отсутствие предохранителя.

УСИЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО УК-25

Усилительное устройство типа УК-25 разработано Ленинградским институтом киноинженеров и изготовлялось ленинградским заводом им. Казинского.

УК-25 в основном предназначается для работы: 1) в комплекте широкоплёночной звуковой передвижки Гекорд (К-25) ленинградского завода ГОМЗ или 2) в комплекте передвижки ЗКП одесского завода Кинап. Кроме того УК-25 может быть использован для работы от адаптера.

Имея на выходе 2,5 W неискажённой мощности, УК-25 может нормально обслужить аудиторию до 100 чел.

В комплект УК-25 входят: 1) чемодан усилительного устройства с рабочим комплектом ламп, вставленных в панельки; 2) чехол к чемодану усилительного устройства;

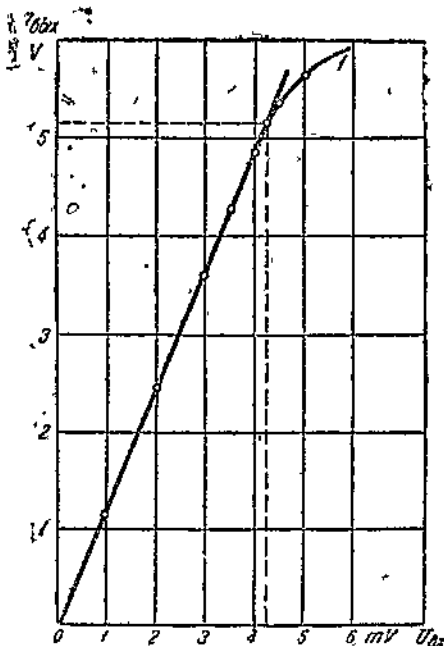


Рис. 265. Амплитудная характеристика ПУ5-3

Условия испытаний: $U_a = 280 \text{ V}$; $f = 1000 \text{ Hz}$; $R_{\text{н}} = 10 \text{ \Omega}$

3 бронированный кабель; служащий для соединения фотоэлемента с усилителем (рис. 270); 4 чемодан громкоговорителя, заключающий в себе: а) громкоговоритель типа ДК-25; б) 4-жильный соединительный кабель длиной до 25 м с переходной колодкой на конце, служащий для соединения громкоговорителя с усилителем; в) катушку для соединительного кабеля; 5) чехол к чемодану громкоговорителя.

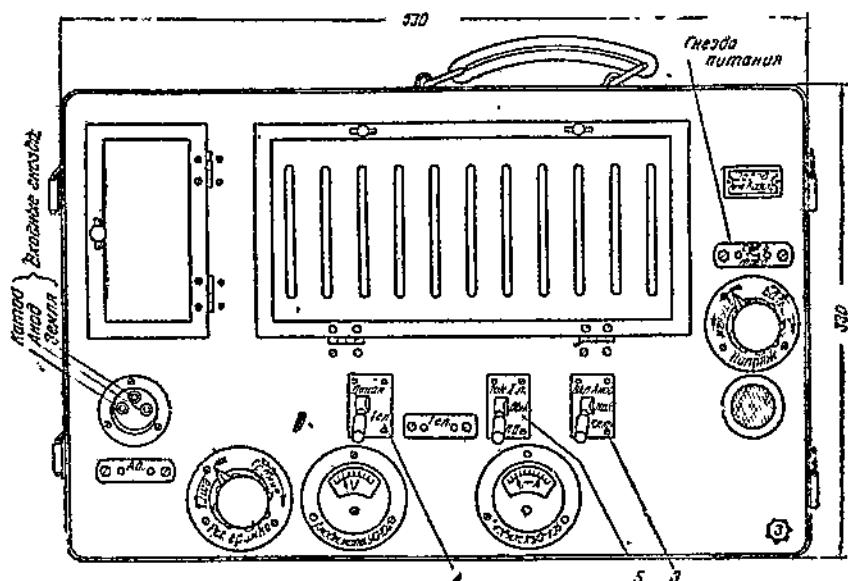


Рис. 266. Общий вид усилительного устройства УК-25

Чемодан усилительного устройства (рис. 266). Представляет собой металлическую конструкцию, внешние габариты которой 530 × 330 × 200 мм. При эксплуатации открывается и снимается передняя крышка, а в случае ремонта отвинчивается задняя.

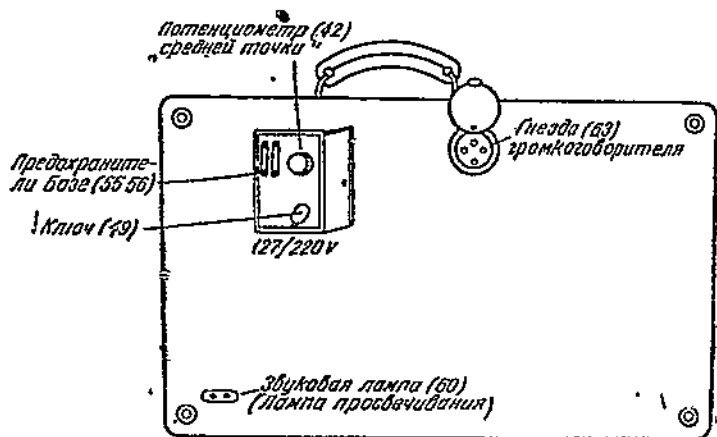


Рис. 267. Усилительное устройство УК-25 (вид задней панели)

На лицевой стороне основной панели усилительного устройства размещены: 1) за дверцами — электронные лампы (слева направо — СО-118 — 3 шт.; УО-104 — 2 шт.; ВО-116 (2В-400) — 1 шт.); 2) в правом верхнем углу панели — «гнезда питания» (67)¹⁾, в которые включается сеть переменного тока 110 — 220 В 50 периодов; 3) под вилкой питания — переключатель напряжения сети — «напряжение» (57); 4) ниже — отверстие для охлаждения устройства; 5) еще ниже — клемма «земля».

¹⁾ Цифры в скобках обозначают детали, указанные на рис. 271.

В нижней части панели устройства справа налево расположены: 6) ключ 3 (50), с помощью которого включают сначала накал электронных ламп, затем на них подается высокое напряжение; 7) ключ 5 (47) на три положения, с помощью которого измерительный прибор (53) может быть включен в одно или другое плечо оконечного каскада; в среднем положении — прибор выключен; 8) под ключом 5 (47) расположен измерительный прибор (53), имеющий надпись: «Анодный ток УО-104»; 9) левее — панелька с гнездами «телефона» (58), в которые при работе включается контрольный телефон; 10) ключ 4 (48) на два положения служит для выключения звуковой катушки громкоговорителя при проверке на контрольный телефон нормальной работы устройства; 11) под ключом 4 (48) — измерительный прибор (54), имеющий надпись: «Анодное напряжение УО-104»; 12) левей — рукоятка «регулятор громкости» (52); 13) еще левей — панелька с гнездами «звукосниматель» — адаптер (59); 14) над ней — «входные гнезда» (62), которые служат для включения бронированного кабеля — гибкого шланга.

С обратной стороны чемодана усилительного устройства УК-25 (рис. 267) расположены: 1) гнезда громкоговорителя (63), закрывающиеся при транспортировке специальной откидывающейся крышкой; 2) потенциометр (42) «средней точки», с помощью

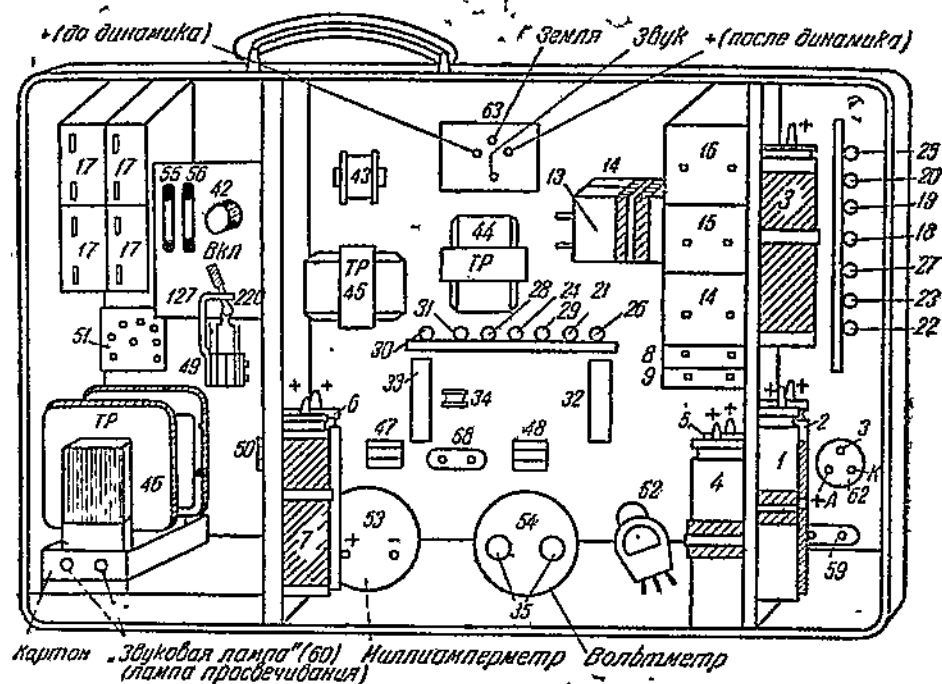


Рис. 268. Расположение деталей внутри УК-25

которого добиваются наименьших помех (фон); 3) предохранители Бозе (55 и 56); 4) ключ (49) служит для переключения первичной обмотки силового трансформатора (46) на напряжение 127 — 220 В; 5) гнезда «звучная лампа» (60) — лампа просвечивания, в которые включается вилка шнура лампы просвечивания, установленной в просторе К-25.

Общий вид расположения деталей внутри УК-25 представлен на рис. 268. Номера у деталей соответствуют номерам принципиальной схемы рис. 271.

Из рисунка видно, что выпрямительное устройство (силовой трансформатор — 46, конденсаторы фильтра — 17, потенциометр «средней точки» — 42, переключатель сетевого напряжения — 51, предохранители — 55 и 56; ключ — 50, панелька с гнездами — 60 расположены в левом отсеке устройства, а детали входной цепи — в правом отсеке. Остальные элементы схемы сосредоточены в среднем отсеке устройства. Все чемодана 22 к.

Чемодан громкоговорителя (рис. 269) изготовлен из дерева и имеет габариты 450 × 320 × 215 мм при весе около 13 кг.

У чемодана открывается как передняя, так и задняя крышки. В центре чемодана находится громкоговоритель ДК-25, диффузор которого, во избежание попадания

в него были, защищён лёгкой материей с лицевой и тыльной сторон. Справа от громкоговорителя (если смотреть с задней стороны) расположена катушка, служащая для намотки шнура громкоговорителя. Слева, сверху и снизу от громкоговорителя в специальных отделениях размещены запасные детали.

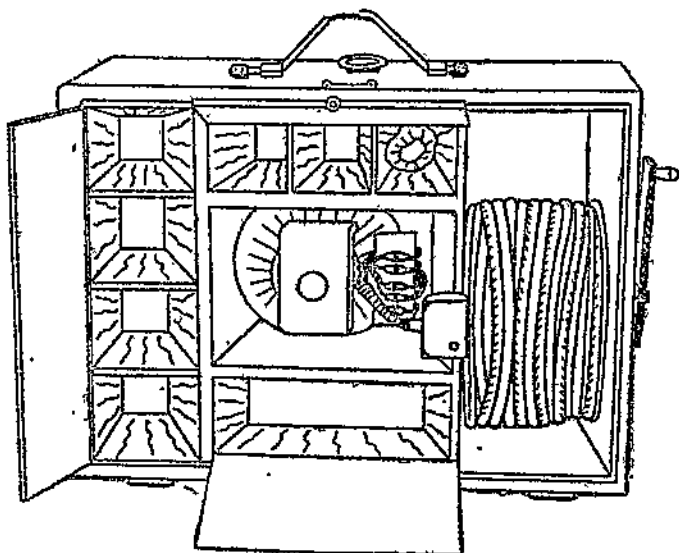


Рис. 269. Общий вид чемодана громкоговорителя ДК-25

Бронированный кабель (рис. 270). Гибкий шланг длиной около 1,5 м снабжён с обоих концов переходными колодками, у которых штырьки имеют несимметричное расположение. При работе устройства необходимо следить за надёжностью контактов между штырьками колодок и гнездами панелей как на проекторе, так и на усилителе.

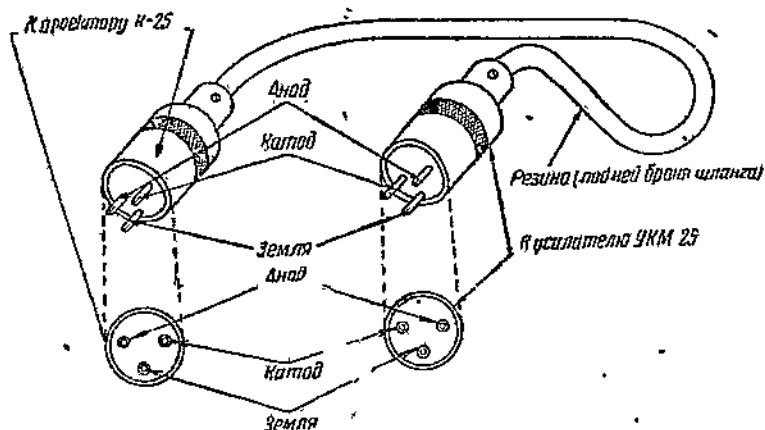


Рис. 270. Бронированный кабель

Плохие контакты — причина сильных помех, о чем сказано в табл. 46, стр. 366. Ёмкость бронированного кабеля около 240 μF . Аналогичный кабель применяется в УМ-25.

СХЕМА УК-25 (рис. 271). Устройство представляет собой четырёхкаскадный усилитель низкой частоты.

Первый и второй каскады, работая на лампах СО-118, собраны по реостатной схеме; третий, работая на лампе СО-118, собран по реостатно-трансформаторной схеме и, наконец, четвёртый оконечный каскад работает на двух лампах УО-104 по схеме пуш-пулл. Сопротивление 22 является нагрузочным сопротивлением фотоэлемента. Со-

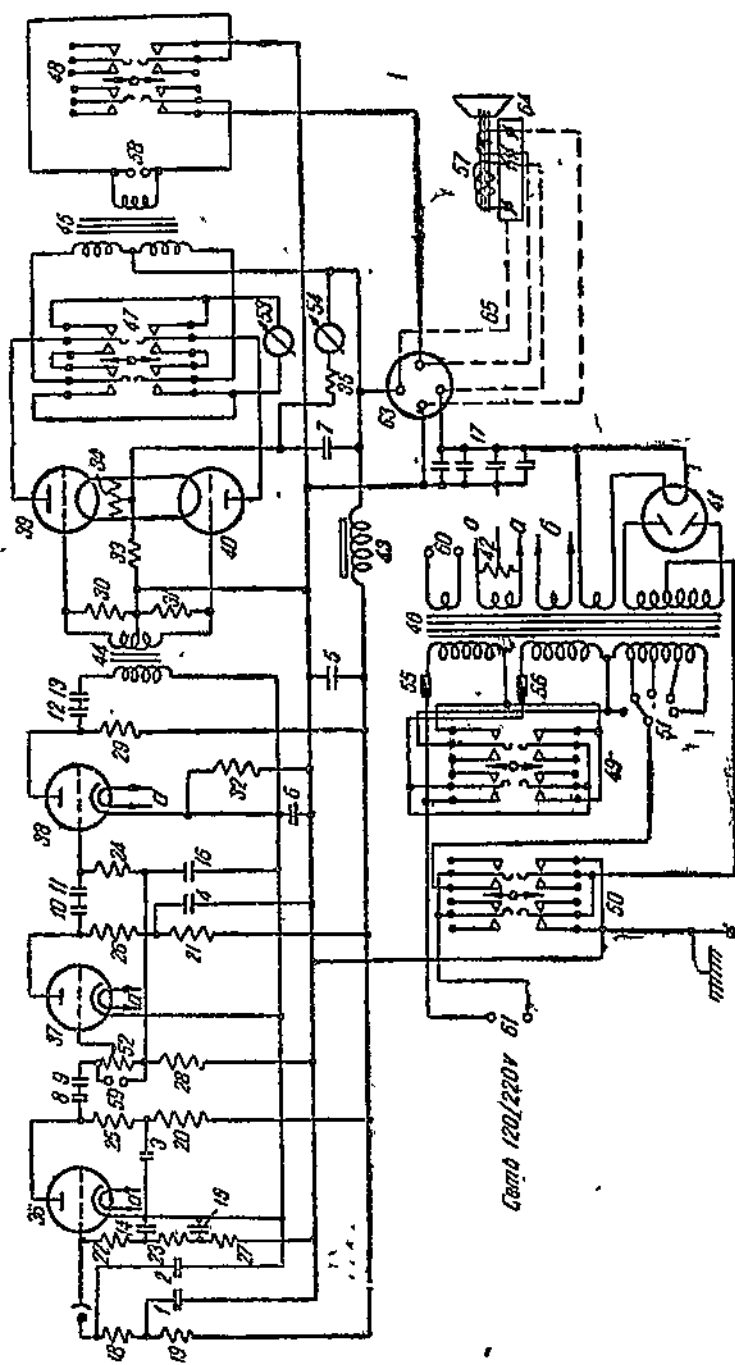


Рис. 271. Принципиальная схема УК-25

противления 25, 26 и 29 — сопротивления анодной нагрузки ламп первого, второго и третьего каскадов; 23, 27 и 28 — сопротивления развязки цепи сеток; 32 — сопротивление автоматического смещения на первые три каскада; 22, 52 и 24 — сопротивление утечек сеток ламп первых трёх каскадов; при этом сопротивление 52 выполняет роль «регулятора громкости»; 18, 19, 20 и 21 — сопротивления развязки анодной цепи фотоэлемента и первых двух каскадов усилителя; 33 — сопротивление смещения лампы пуш-пулла; 34 — «средняя точка» цепи накала лампы пуш-пулла УО-104; 35 — добавочное сопротивление к вольтметру 54; 42 — потенциометр «средней точки» цепи накала лампы первых трёх каскадов; с помощью этого сопротивления (при включённом громкоговорителе) можно подобрать минимум помех (фона).

Регулировка производится каждый раз при смене лампы СО-118 36 первого каскада усилителя. Сопротивление 30 и 37 — шунты II обмотки переходного трансформатора 44.

Конденсаторы 14, 15, 16 входят в развязывающие ячейки цепей сеток первых каскадов усилителя; конденсаторы 1, 2, 3, 4 входят в развязывающие ячейки анодных цепей фотоэлемента и первых двух каскадов усилительного устройства; конденсаторы 17, 7 и 5 являются ёмкостями фильтра выпрямителя; конденсаторы 8 и 9, 10 и 11, 12 и 13 — переходные.

Трансформаторы 44 и 45 — переходной и выходной.

К особенностям схемы следует отнести: 1) общее сопротивление смещения 32 для первых трёх каскадов; 2) наличие развязывающих ячеек в сеточных цепях первых двух каскадов; 3) наличие ключа, позволяющего выключать звуковую катушку громкоговорителя.

Выпрямитель усилительного устройства УК-25 собран по двухполупериодной схеме и работает на кенотроне типа 2В-400 (В0-116). Для компенсации падения напряжения в сети первичная обмотка силового трансформатора 46 секционирована. Переключение секций производится с помощью переключателя 51. С помощью ключа 49 устройство может переключаться на работу при напряжении сети 127 или 220 В.

Для того чтобы удлинить срок службы ламп, устройство снабжено ключом 50, с помощью которого можно сначала включить накал ламп, а затем дать высокое напряжение.

Фильтр выпрямителя состоит помимо основных ёмкостей 17, 7 и 5 из дросселя 43 и обмотки возбуждения громкоговорителя 57. Кроме того, дополнительными сглаживающими фильтрами являются развязывающие ячейки.

Детали УК-25:

1. Выходной трансформатор — см. описание для УКМ-25 на стр. 233.

2. Выходной трансформатор: I обмотка — 2×1600 витков; провод — красная медь ПЭ Ø 0,15; междувитковая изоляция — через каждый ряд намотки проложен слой кабельной бумаги (вощёная бумага), междубмоточная изоляция — слой аксельсиора и кабельной бумаги.

Таблица 29

I обмотка (сетевая)

№ по пор.	Обмотка между концами	Данные
1	1 (начало) — 2	21 виток ПЭ Ø 1,0
2	2 — 3	21 » ПЭ Ø 1,0
3	3 — 4	21 » ПЭ Ø 1,0
4	4 — 5	21 » ПЭ Ø 1,0
5	5 — 6	21 » ПЭ Ø 1,0
6	6 — 7	22 » ПЭ Ø 1,0
7	7, 8 — 9	286 » ПЭ Ø 0,69
8	10 — 11	286 » ПЭ Ø 0,69

II обмотка — 120 витков; провод — красная медь ПЭ Ø 0,55; железо типа № 3, нормаль 4 Т-1 завода им. Казанского. Число пластин — 54. Сборка железа прорезями переплетёт. (Расположение обмоток в шпале выходного трансформатора усилителя УК-25 приведено на рис. 273.)

3. Силовой трансформатор УК-25: I обмотка (сетевая) рассчитана на подводимое к ней напряжение 90 — 130 В и 180 — 220 В 50 периодов.

II обмотка (питание лампы просвечивания): выводы 12 и 13; 17 витков, провод ПЭ Ø $2 \times 1,45$; даёт 5,2 В при 7 А.

№ на схеме	Наименование	Количе- ство
1	Конденсатор электролитический 10μF; 400 V	1
2	» » 10μF; 400 V	1
3	» » 10μF; 400 V	1
4	» » 10μF; 400 V	1
5	» » 10μF; 400 V	1
6	» » 10μF; 400 V	1
7	» » 10μF; 400 V	1
8	Конденсатор бумажный 0,2μF; 200 V	1
9	» » 0,2μF; 200 V	1
10	» » 0,2μF; 200 V	1
11	» » 0,2 F; 200 V	1
12	» » 0,2μF; 200 V	1
13	» » 0,2μF; 200 V	1
14	» » 2 μF; 200 V	1
15	» » 2 μF; 200 V	1
16	» » 2 μF; 200 V	1
17	Конденсатор бумажный 1 μF; 600 V	4
18	Сопротивление Каминского 50 000 Ω	1
19	» » 50 000 Ω	1
20	» » 50 000 Ω	1
21	» » 50 000 Ω	1
22	» » 200 000 Ω	1
23	» » 200 000 Ω	1
24	» » 200 000 Ω	1
25	» » 100 000 Ω	1
26	» » 100 000 Ω	1
27	» » 100 000 Ω	1
28	» » 100 000 Ω	1
29	» » 100 000 Ω	1
30	» » 1 MΩ	1
31	» » 1 MΩ	1
32	Сопротивление остеклованное 800 Ω тип I	1
33	» » 500 Ω тип I	1
34	Сопротивление проволочное 50 Ω	1
35	Добавочное сопротивление к вольтметру	1
36	Лампа тип СО-118	1
37	» » СО-118	1
38	» » СО-118	1
39	» » УО-104	1
40	» » УО-104	1
41	» » ВО-116	1
42	Потенциометр 50 Ω	1
43	Дроссель фильтра	1
44	Трансформатор входной	1
45	» выходной	1
46	» силовой	1
47	Ключ типа «И» с арретиром на 12 ламелей	1
48	То же	1
49	»	1
50	»	1
51	Переключатель на 7 положений	1
52	Регулятор громкости 200 000 Ω	1
53	Миллиамперметр типа 5 МЛ со шкалой 0—100 mA	1
54	Вольтметр типа 5 МЛ со шкалой 0—300 V	1
55	Предохранитель типа Бозе на 4 A	1
56	То же	1
57	Громкоговоритель	1
58	Гнезда для телефона	1

№ на схеме	Наименование	Количе- ство
59	То же для звукоприемника	1
60	» » засвечивающей лампы	1
61	» » включения сети	1
62	3-полюсная штепсельная розетка	1
63	4-полюсная штепсельная розетка	1
64	4-полюсная штепсельная розетка громкоговорителя	1
65	4-жильный соединительный кабель	1

III обмотка (питание накала 3 лампы CO-118): выводы 14 и 15; 12 витков, провод ПЭ Ø1,45; даёт 3,6 V.

IV обмотка (питание накала 2 ламп УО-104): выводы 16 и 17; 14 витков; провод ПЭ Ø1,0: даёт 4,2 V.

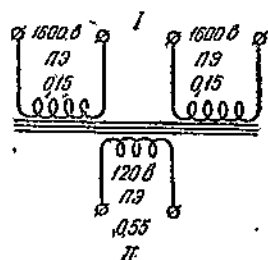


Рис. 272. Схема намотки выходного трансформатора

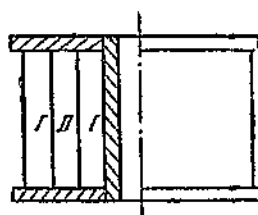


Рис. 273. Расположение обмоток в шпуре выходного трансформатора

В обмотка (питание, накала лампы 60-116): выводы 18 и 19; 14 витков; провод ПЭ Ø1,0: даёт 4,2 V.

VI обмотка (повышающая): выводы 20, 21 и 22; 2×1300 витков; провод ПЭ Ø0,2; даёт 2×280 V.

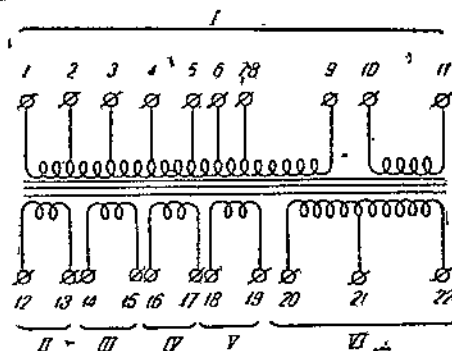


Рис. 274. Схема расположения обмоток в силовом трансформаторе усилителя УК-25

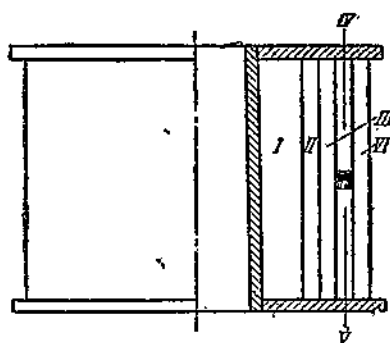


Рис. 275. Расположение обмоток в шпуре силового трансформатора усилителя УК-25

4. Дроссель фильтра — 5000 витков; провод ПЭ Ø0,1; сопротивление постоянному току 350 Ω, сопротивление переменному току 50 периодов 100 В — 35 000 Ω ± 20%.

Электроакустические и иные данные УК-25

1. Входное напряжение: а) вход с фотоэлемента — 2,5 мВ; б) вход с адаптера — 100 мВ.

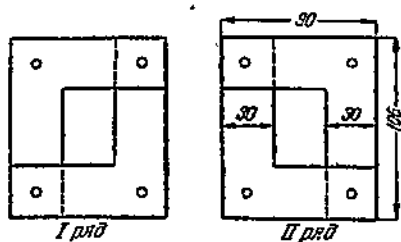


Рис. 276. Сборка железа силовых трансформаторов усилителей УК-25 и УКМ-25

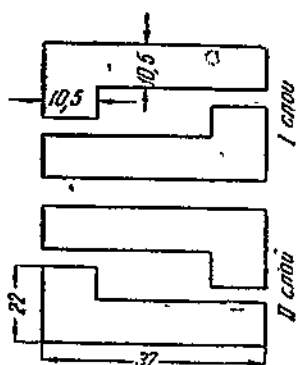


Рис. 277. Сборка железа дросселя фильтра и его габариты

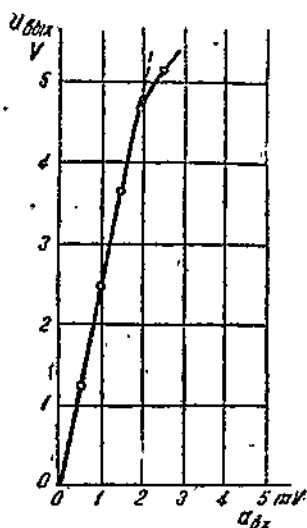


Рис. 278. Амплитудная характеристика УК-25

Условия испытаний: $U_0 = 200 \text{ V}$;
 $R_H = 10 \text{ }\Omega$; $f = 1000 \text{ Hz}$

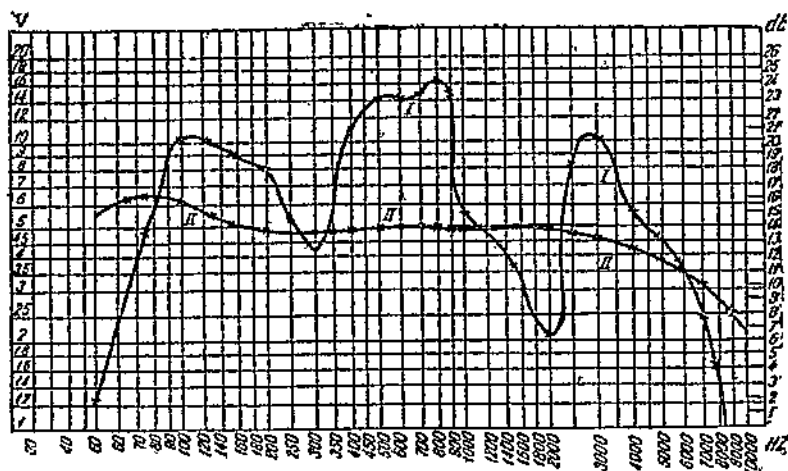


Рис. 279. Частотная характеристика УК-25

Кривая I — характеристика усилителя с громкоговорителем,
кривая II — характеристика усилителя (на клеммах громкоговорителя)

П р и м е ч а н и е. Загиб амплитудной характеристики начинается уже при входном напряжении в 2 mV, т. е. при напряжении выхода в 4,5 V (при мощности в 2 W). Сказанное поясняется рис. 278.

3. Коэффициент нелинейных искажений при отдаче номинальной мощности 5%.

4. Полоса воспроизводимых частот 50—7000 Hz. Частотная характеристика приведена на рис. 279.

5. Уровень помех: а) самого усилителя при выключенной лампе просвечивания — 1,3% или — 37,5 db; б) комплект УК-25 — лампа просвечивания горит, плёнка из проектора вынута — 4,8%; в) комплект УК-25 — лампа просвечивания горит, плёнка в проектор вставлена — от 1,8 до 4,0%.

6. Пределы регулировки уровня громкости — 30 db.

Карта режимов УК-25

1

Выпрямительное устройство

1. При питании от сети переменного тока 50 периодов с номинальным напряжением 127 V:	
а) Напряжение, подводимое к «гнездам питания» (67)	90—130 V
б) Ток, потребляемый из сети	1,15 A
в) Мощность	около 120 W
2. При питании от сети переменного тока 50 периодов с номинальным напряжением 220 V:	
а) Напряжение, подводимое к «гнездам питания» (67)	180—220 V
б) Ток, потребляемый из сети	около 0,6 A
в) Мощность	около 120 W
3. Напряжение на анодах BO-116	2×400 V
4. Напряжение накала BO-116	3,9 V
5. Ток накала BO-116	1,78 A
6. Выпрямленное напряжение на конденсаторах (17) фильтра	376 V
7. Полный ток нагрузки	116 mA
8. Падение напряжения на обмотке возбуждения громкоговорителя (тип ДК-25)	128 V
9. Напряжение на конденсаторе (7)	240 V
10. Напряжение на конденсаторе (5)	272 V
11. Напряжение лампы просвечивания (иногда её неправильно называют «звуковая лампа»)	5,3 V
12. Ток лампы просвечивания	6,4 A
13. Падение напряжения на дросселе фильтра (43)	2,2 V

Усилитель

Режим первого каскада

1. Напряжение на фотоэлементе	240 V
2. Напряжение звуковой частоты (снимаемое с сопротивления 22), развиваемое фотоэлементом	2,5 mV
3. Анодное напряжение (на конденсаторе 5)	272 V
4. Напряжение на аноде лампы CO-118 (36)	102 V
5. Напряжение смещения лампы CO-118 (36)	—2,5 V
6. Напряжение накала CO-118	3,5 V
7. Анодный ток CO-118	0,8 mA
8. Ток накала CO-118	0,75 A
9. Усиление каскада	—

Режим второго каскада

1. Анодное напряжение (на конденсаторе 5)	272 V
2. Напряжение анодной лампы CO-118 (37)	98 V
3. Напряжение смещения лампы CO-118	—2,5 V
4. Напряжение накала лампы CO-118	4 V
5. Анодный ток лампы CO-118 (37)	1,1 mA
6. Ток накала CO-118	1 A
7. Напряжение звуковой частоты на сетке лампы, необходимое для получения на выходе мощности в 2,5 W	—mV
8. Усиление каскада	—

Режим третьего каскада

1. Анодное напряжение (на конденсаторе 5)	272 V
2. Напряжение на аноде лампы CO-118 (38)	122 V
3. Напряжение смещения лампы CO-118	—2,5 V
4. Напряжение накала лампы CO-118	4 V

5. Анодный ток лампы СО-118	1,9 mA
6. Ток накала лампы СО-118	—1,0 A
7. Напряжение звуковой частоты на сетке лампы, необходимое для получения на выходе мощности в 2,5 W	—V
8. Усиление каскада	—

Режим оконечного каскада

1. Анодное напряжение (до дросселя 43)	270 V
2. Напряжение на анодах УО-104	270 V
3. Напряжение смещения УО-104	—42 V
4. Напряжение накала УО-104	4,1 V
5. Анодный ток	2×40 mA+
	+5 mA
6. Ток накала ламп УО-104	2×0,85 A
7. Напряжение звуковой частоты на сетках УО-104	15×2 V
8. Напряжение звуковой частоты на первичной обмотке выходного трансформатора	48×2 V
9. Напряжение звуковой частоты на вторичной обмотке выходного трансформатора	5,6 V
10. Режим класса	AB _r

Примечание. Напряжения, указанные в пунктах 7, 8 и 9, соответствуют мощности на выходе в 2,5 W при омической нагрузке в 10 Ω (звуковая катушка громкоговорителя типа ДК-25).

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ УК-25: 1) трудный доступ к деталям; 2) значительный уровень помех; 3) частый выход из строя силового трансформатора по причине замыкания гнезд панелики «звуковая лампа» на сердечник трансформатора (выпадает картонная прокладка, изолирующая указанные гнезда от сердечника. На рис. 268 прокладка обозначена «картон»); 4) частые обрывы концов звуковой катушки громкоговорителя; 5) наличие гнезд на панелике «гнезда питания», а не штырьков, что приводит к короткому замыканию вилки шнура питания; 6) наличие помех (трески, шорохи) из-за плохого контакта в переходной колодке 64 шнура в чемодане громкоговорителя; 7) отсутствие блокировки со стороны высокого напряжения; 8) неудачная конструкция головки клеммы «земля», которая отвинчивается и теряется; 9) наличие разрыва цепи питания устройства при переключении переключателя 57.

УСИЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО УКМ-25

Усилительное устройство типа УКМ-25 изготовлялось заводом им. Казинского в Ленинграде и предназначается для воспроизведения звука, записанного на фильмы при демонстрации его передвижным кинопроектором типа К-25.

Кроме того, УКМ-25 может быть использован для работы от адаптера.

Имея на выходе 4 W неискаженной мощности, УКМ-25 может обслужить аудиторию до 200 чел. в зависимости от акустических свойств помещения.

В комплект УКМ-25 входят: 1) чемодан усилительного устройства (с рабочим комплектом ламп, вставленных в панельки); 2) чехол к чемодану усилительного устройства; 3) бронированный кабель, служащий для соединения фотоэлемента с усилителем; 4) предохранители Боze (4 трубки); 5) чемодан громкоговорителя, заключающий в себе: громкоговоритель типа ДКМ-25, 4-жильный соединительный кабель длиной до 25 м с колодкой, служащий для соединения громкоговорителя с усилителем, катушку для соединительного кабеля, телефон двухухий высокоомный (2 × 2 000 Ω) с металлическим оголовьем; 6) чехол (брезентовый) к чемодану громкоговорителя; 7) автотрансформатор (в тех случаях, когда напряжение в сети равно 220 V).

Чемодан усилительного устройства (рис. 280). Представляет собой металлическую конструкцию, внешние габариты которой 530 × 330 × 200 мм. При эксплуатации передняя крышка снимается; при ремонте отвинчивается задняя крышка.

На лицевой стороне основной панели (рис. 282) усилительного устройства размещены: 1) за дверками — электронные лампы (слева направо — СО-124 — 1 шт.; СО-118 — 2 шт.; УО-186 — 2 шт.; ВО-188 — 1 шт.); 2) в правом верхнем углу панели — вилка питания (69), в которую включается сеть переменного тока напряжения 110 V 50 периодов; 3) под вилкой питания — предохранители типа Боze 74 и 75, закрытые сверху кожухами из пластмассы; 4) еще ниже — рукоятка регулятора напряжения сети 63, с помощью которого в случае изменения напряжения в пределах от 90 до 127 V можно поддерживать на выпрямителе 110 V; 5) несколько ниже — отверстие для охлаждения силового трансформатора и клемма «земля».

В нижней части панели справа налево расположены: 6) ключ 3 (61) на три положения, с помощью которого включается сначала накал электронных ламп, а затем анодное напряжение, ниже — потенциометр («средняя точка»), с помощью которого осуществляется снижение величины фона; 7) ключ 4 (62) на два положения, с помощью

которого могут быть включены громкоговоритель (звуковая катушка) или контрольный телефон, предварительно включенный в гнезда панели, расположенной под ключом 62; 8) измерительный прибор 64, имеющий две шкалы (верхняя — на 500 В, нижняя — на 50 мА), по которому устанавливается режим работы усилительного устройства; 9) ниже его — ключ 5 (60) на три положения, с помощью которого переключается измерительный прибор в ту (плечи пуш-пулла) или иную (общее выпрямленное напряжение) электрическую цепь; 10) ключ 6 (59) на три положения, с помощью которого может быть изменена частотная характеристика усилителя; 11) ниже его — гнезда адаптера; 12) рукоятка регулятора громкости 39, с помощью которой может быть изменен уровень громкости при воспроизведении; 13) входные гнезда 65, в которые включается гибкий шланг от фотоэлемента (проектор);

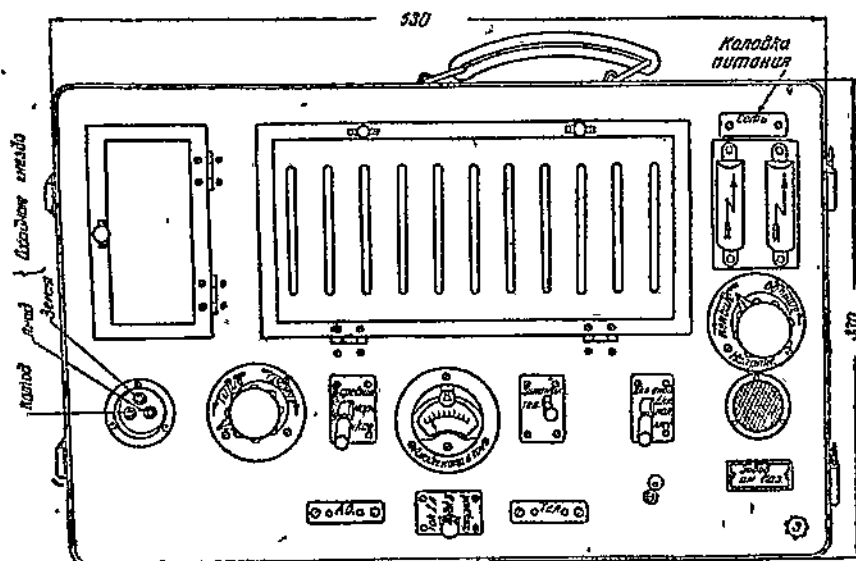


Рис. 280. Усилительное устройство типа УКМ-25 (общий вид)

С обратной стороны на задней стенке чемодана расположены: а) гнезда громкоговорителя 70, в которые включается вилка шнура, идущего от громкоговорителя; б) гнезда лампы просвечивания («звуковой лампы»). Вес чемодана — 23,5 кг.

Из рис. 281 видно, что выпрямительное устройство (силовой трансформатор 52, конденсаторы фильтра 4, потенциометр «средней точки» 48) сосредоточено в левом отсеке, детали входного устройства — в правом отсеке; остальные элементы схемы сосредоточены в среднем отсеке устройства.

Большинство деталей смонтировано на шасси устройства, и доступ к ним весьма затруднителен. Таким образом, в случае аварии внутри устройства ремонт во время сеанса абсолютно невозможен. Рекомендуется ремонт производить в специальных ремонтных мастерских.

Часть деталей смонтирована в виде отдельных узлов (например, сопротивления Каминского). На ряде деталей имеются цифровые обозначения, соответствующие номерам спецификации.

Чемодан громкоговорителя. Изготовлен из дерева и имеет габариты 345 × 315 × 217 мм при весе около 12,5 кг. У чемодана открывается как передняя, так и задняя крышки. В центре чемодана находится громкоговоритель, диффузор которого во избежание попадания в него пыли защищен легкой материей с лицевой и тыльной сторон. Справа от громкоговорителя (если смотреть с задней стороны) расположена катушка, служащая для намотки шнура громкоговорителя. Слева сверху и снизу от громкоговорителя в специальных отделениях размещены запасные детали.

СХЕМА УКМ-25 (рис. 282). Устройство представляет собою четырехкаскадный усилитель низкой частоты. Переменное напряжение, развиваемое фотоэлементом на сопротивлении 25, через конденсатор 14 подается на сопротивление утечки сетки 24 лампы СО-124, работающей в реостатной схеме. В анодной цепи лампы нагрузочного сопротивления 36 включен дроссель регулировки тона 49.

Переменное напряжение, снимаемое с сопротивления 36 и дросселя 49, через разделительный конденсатор 15 подается на регулятор громкости 39. В зависимости от

положения движка регулятора громкости на сетку лампы СО-118, работающей в релаксационной схеме, подаётся нужной величины переменное напряжение. Усиленное напряжение звуковой частоты со второго каскада подаётся через конденсатор 16, дроссель тонкого фильтра 38 и конденсатор 18 на сетку лампы СО-118 третьего каскада.

Оконечный каскад работает на двух лампах типа УО-186, включённых в плечи пуш-пулла. Выходной трансформатор оконечного каскада нагружен на звуковую катушку громкоговорителя или контрольный телефон.

Кроме указанных в схеме применены детали, имеющие подсобный характер. Например, сопротивления 40 и 41 являются сопротивлениями автоматического смещения

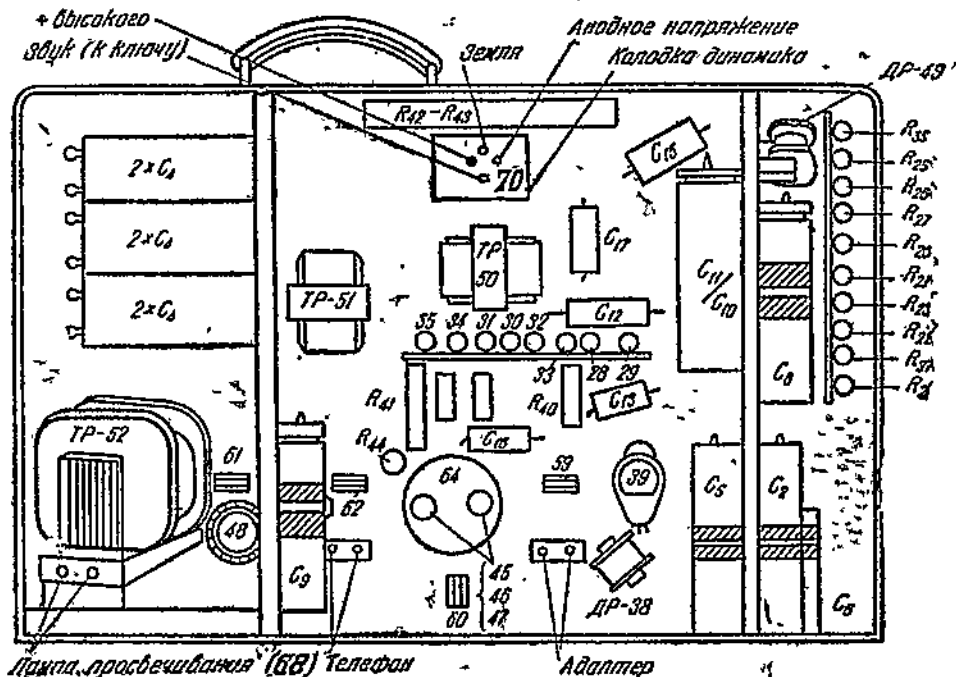


Рис. 281. Расположение деталей внутри УКМ-25

сопротивления 32, 28, 25 и конденсаторы 10, 3, 8 — развязывающими ячейками, служащими для устранения связи между каскадами через источник анодного питания; сопротивления 20 и 21 — делитель напряжения на фотоэлемент и т. д. Сопротивления 44 и 48 — потенциометры средней точки, позволяющие снизить фон до возможного минимума. Сопротивления 45, 46 — шунты и сопротивление 47 — добавочное сопротивление к прибору и т. д.

Выпрямитель собран по схеме двухполупериодного выпрямления и работает на кенотроне типа УО-188. Первичная обмотка силового трансформатора рассчитана на напряжение 110 В 50 периодов; благодаря наличию нескольких отводов можно с помощью рукоятки 63 производить нужный подбор режима без разрыва цепи при переключениях.

Фильтр выпрямителя состоит из ряда ёмкостей (1, 4, 9 и т. д.), а также дросселя (используется обмотка подмагничивания громкоговорителя) и делителя (42 — 43). Кроме того дополнительными сглаживающими фильтрами являются развязывающие ячейки.

Данные деталей:

Входной трансформатор (деталь 50, рис. 283).

I обмотка: 5 000 витков, провод — красная медь ПЭ Ø 0,08 мм, намотана в двух ячейках, шпиль по 2500 витков в каждой с прокладкой слоя бумаги после каждых 400 витков.

II обмотка: 12 500 витков, провод — красная медь ПЭ Ø 0,08 мм, намотана в двух ячейках, шпиль по 6 250 витков в каждой со средним выводом и прокладкой слоя бумаги после каждых 400 витков.

Железо типа № 3, нормаль 4Т-1 завода им. Казинского. Число пластин — 54. Сборка железа — прорезями впереплёт.

Выходной трансформатор (деталь 51, рис. 284 и 273).

I обмотка: 2 × 1 600 витков, провод — красная медь ПЭ Ø 0,14.

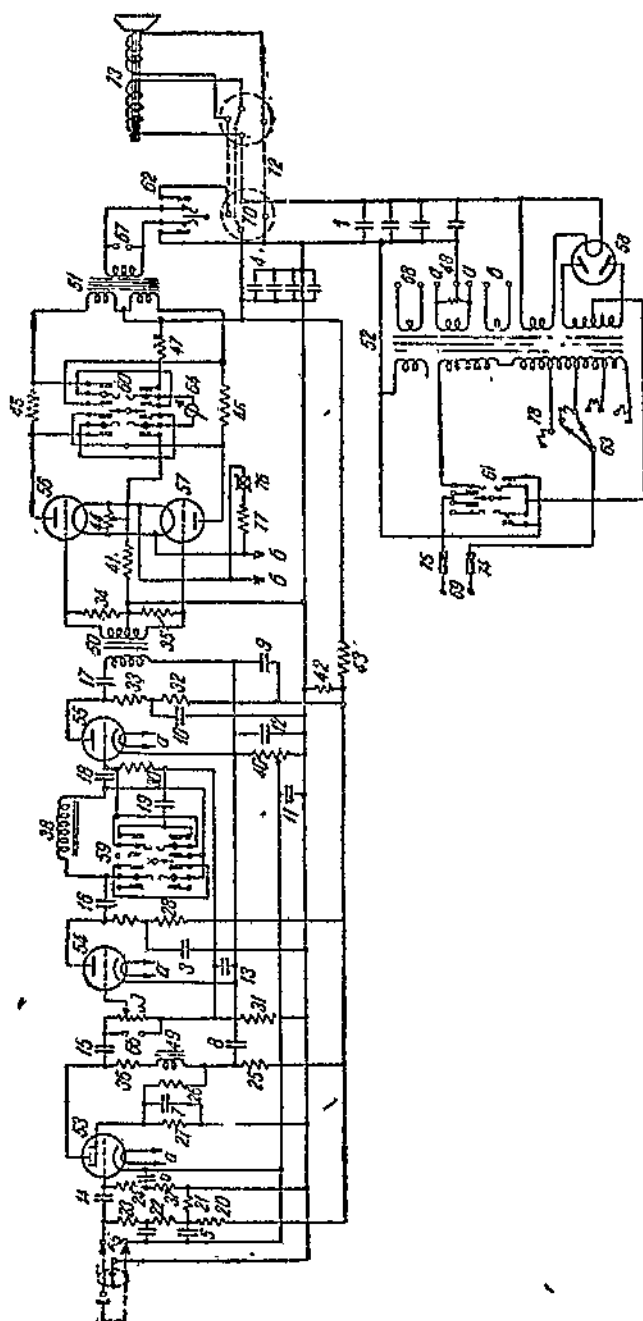


Рис. 282. Принципиальная схема УКМ-25

II обмотка: 100 витков, провод — красная медь ПЭ Ø 0,55.
 Железо типа № 3, нормаль 4Т-1 завода им. Казинского. Сборка железа — прорезями впереплёт. Число пластин — 54.
 Силовой трансформатор (деталь 52, рис. 285 и 286):
 I обмотка (сетевая) рассчитана на проводимое к ней напряжение от 90 до 127 V:

I обмотка (сетевая)

Таблица 30

№ по схеме	Обмотка между концами	Данные
1	I (начало)—2	21 виток, ПЭ Ø 1,0
2	2—3	21 виток, ПЭ Ø 1,0
3	3—4	21 виток, ПЭ Ø 1,0
4	4—5	21 виток, ПЭ Ø 1,0
5	5—6	21 виток, ПЭ Ø 1,0
6	6—7	22 витка, ПЭ Ø 1,0
7	7—9	286 витков, ПЭ Ø 1,0

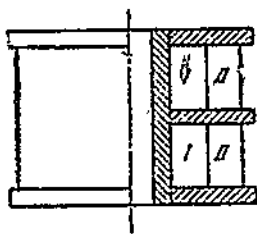


Рис. 283. Расположение обмоток во входном трансформаторе

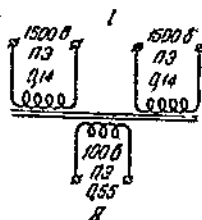


Рис. 284. Схема намотки выходного трансформатора

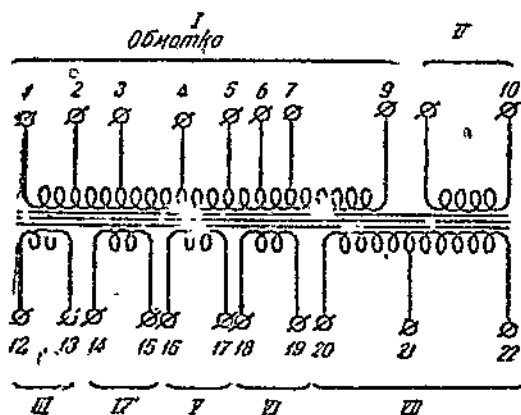


Рис. 285. Схема расположения обмоток в силовом трансформаторе

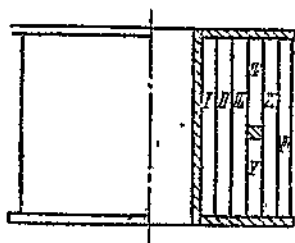


Рис. 286. Расположение обмоток в шпуре силового трансформатора

II обмотка (экранная): 300 витков, провод ПЭ Ø 0,2.
 III обмотка (питание лампы просвечивания): 17 витков, провод ПЭ Ø 2 × 1,45.
 IV обмотка (питание накала двух ламп СО-118 и СО-124): 12 витков, провод ПЭ Ø 1,45.
 V обмотка (питание накала лампы ВО-188): 14 витков, провод ПЭ Ø 1,45.

Спецификация деталей УКМ-25

№ по схеме	Наименование	Данные	Количе- ство
1	Конденсатор бумажный	1 μ F $U_{исп}$ -1000V	4
2	»	2 μ F $U_{исп}$ -800 V	1
3	»	2 μ F $U_{исп}$ -800 V	1
4	»	2 μ F $U_{исп}$ -800 V	4
5	»	2 μ F $U_{исп}$ -800 V	1
6	»	2 μ F $U_{исп}$ -400 V	1
7	»	2 μ F $U_{исп}$ -400 V	1
8	Конденсатор электролитическ.	10 μ F $U_{раб}$ -400 V	1
9	»	10 μ F $U_{раб}$ -400 V	1
10	»	10 μ F $U_{раб}$ -400 V	1
11	»	200 μ F $U_{раб}$ -12 V	1
12	»	10 μ F $U_{раб}$ -12 V	1
13	»	10 μ F $U_{раб}$ -12 V	1
14	Конденсатор бумажный типа «БМК»	0,1 μ F $U_{исп}$ -500 V	1
15	То же	0,1 μ F $U_{исп}$ -500 V	1
16	»	0,1 μ F $U_{исп}$ -500 V	1
17	»	0,1 μ F $U_{исп}$ -500 V	1
18	Конденсатор слюдяной в бакелите тип «Б»	4000 μ F $U_{раб}$ -1000 V	1
19	Конденсатор слюдяной в бакелите тип «А»	1000 μ F $U_{исп}$ -1000 V	1
20	Сопротивление Каминского	180 000 Ω	1
21	»	1,5 M Ω	1
22	»	2 M Ω	1
23	»	600 000 Ω	1
24	»	300 000 Ω	1
25	»	50 000 Ω	1
26	»	200 000 Ω	1
27	»	30 000 Ω	1
28	»	50 000 Ω	1
29	»	100 000 Ω	1
30	»	200 000 Ω	1
31	»	100 000 Ω	1
32	»	10 000 Ω	1
33	»	100 000 Ω	1
34	»	1 M Ω	1
35	»	1 M Ω	1
36	»	100 000 Ω	1
37	»	100 000 Ω	1
38	Дроссель тоифильтра	—	1
39	Сопротивление переменное (регулятор громкости)	200 000 Ω	1
40	Сопротивление остеклованное тип I	2x400 Ω	1
41	То же	100 Ω 60 mA	1
42	Сопротивление проволочное	25000 Ω 12 mA	1
43	»	7000 Ω 17 mA	1
44	»	2x25 Ω	1
45	Шунт к измерительному прибору	на 100 mA	1
46	Шунт к измерительному прибору	на 100 mA	1
47	Добавочное сопротивление к измерительному прибору	Подгоняются по прибору	1
48	Потенциометр проволочный	50 Ω	1
49	Дроссель регулировки тона	См. ниже	1
50	Трансформатор входной	»	1

№ на схеме	Наименование	Данные	Количе- ство
51	Трансформатор выходной	См. ниже	1
52	» силовой	» »	1
53	Лампа типа СО-124	См. главу I	1
54	» » СО-118	» »	1
55	» » СО-118	» »	1
56	» » УО-186	» »	1
57	» » УО-186	» »	1
58	» » ВО-188	» »	1
59	Ключ «И»	На 12 пружин	1
60	» »	На 12 пружин	1
61	» »	На 8 пружин	1
62	» »	На 4 пружины	1
63	Переключатель	На 7 положений	1
64	Вольтмиллиамперметр	Шкала 0-500V; 0-100 mA (система 10 mA)	1
65	3-полюсная штепсельная ро- зетка		1
66	Гнёзда для адаптера		1
67	» » телефона		1
68	» » лампы, просвечива- ния		1
69	Планка с 2 штепсельными ножками (вилка питания)		1
70	4-полюсная штепсельная ро- зетка		1
71	4-полюсная штепсельная ко- лодка		1
72	4-жильный соединительный шнур		1
73	Громкоговоритель	ДКМ-25	1
74	Предохранитель Бозе	На 4 А	1
75	» »	На 4 А	1
76	Лампочка для измерительного прибора		1
77	Добавочное сопротивление к лампочке		1
78	Сопротивление переключателя		1

VI обмотка (питание накала ламп УО-186): 13 витков, провод ПЭ Ø 1,45.

VII обмотка (повышающая): 2×1630 витков, провод ПЭ Ø 0,2.

Дроссель тонфильтра (деталь 38). Обмотка: 4000 витков, красная медь ПЭ Ø 0,1. Намотка дросселя — вразброс. Сопротивление постоянному току — $688 \Omega \pm 20\%$. Железо собрано впереплёт (рис. 277). Число пластин — 80, толщина железа — 0,35.

Дроссель регулировки тона (деталь 49): обмотка 2000 витков, красная медь ПЭ Ø 0,1. Намотка дросселя — вразброс. Сопротивление постоянному току $332 \Omega \pm 20\%$.

Железо собрано аналогично данным дросселя тонфильтра (рис. 277).

Электроакустические и иные данные УКМ-25

1. Входное напряжение — 3 mV.

2. Номинальная мощность — 4 W при частоте 1000 Hz и нагрузке на омическое сопротивление в 12 Ω .

3. Коэффициент нелинейных искажений при отдаче номинальной мощности — не выше 6% на частоте 80 Hz и 5% на частотах 1000 и 5000 Hz.

4. Полоса воспроизводимых частот 50 — 7000 Hz. В полосе от 80 до 4000 Hz отклонения от усиления на 1000 Hz не превосходят — 2 db; в полосе от 4000 до 6000 Hz характеристика имеет подъём, достигающий на частоте в 6000 Hz — 6 db.

5. Уровень помех при кабеле, включенном в гнездо панели фотоэлемента (сюда входят и помехи, создаваемые источниками питания) — 3% (или — 30 db), принимая за нулевой уровень номинальную мощность усилителя.

6. Уровень мощности на выходе может быть изменен на 30 db от нормальной мощности.

7. Электрическая прочность усилителя допускает увеличение входного напряжения до 30 mV.

8. Устройство рассчитано на питание 50-периодным переменным током при напряжении 110 V. Устройство допускает увеличение напряжения на 10%. Устройство снабжено приспособлением (секционированный трансформатор), позволяющим компенсировать колебания напряжения сети в пределах 90 — 127 V.

9. Устройство позволяет производить непрерывную работу в течение 4 час. при температуре окружающего воздуха от +5° до +35° C с относительной влажностью до 70%.

10. Устройство может быть расположено в непосредственной близости от проектора.

Громкоговоритель типа ДКМ-25. Входящий в комплект усилительного устройства УКМ-25 громкоговоритель описан на стр. 283.

Аварий УКМ-25 приведены на стр. 366.

Гибкий шланг, соединяющий УКМ-25 с проектором, см. на рис. 270.

Карта режимов УКМ-25

Выпрямительное устройство

1. Напряжение, подводимое от сети переменного тока 50 периодов к вилке питания (69)	90—127 V
2. Ток, потребляемый из сети	1,85—1,45 A
3. Напряжение на анодах ВО-188	2×450 V
4. Напряжение накала ВО-188	4 V
5. Ток накала ВО-188	2,2 A
6. Выпрямленное напряжение на конденсаторах (7) фильтра	520 V
7. Полный ток нагрузки	90 mA
8. Падение напряжения на обмотке возбуждения громкоговорителя	110 V
9. Напряжение на конденсаторах (4)	410 V
10. Напряжение на конденсаторе (9)	230 V
11. Напряжение лампы просвечивания (гнезда 68)	5 V
12. Ток лампы просвечивания	7 A
13. Ток делителя напряжения (сопротивления 42—43)	17 mA

Усилитель

Режим первого каскада

1. Анодное напряжение (напряжение на конденсаторе 9)	290 V
2. Напряжение на аноде СО-124	160 V
3. Напряжение на экранной сетке СО-124	20 V
4. Напряжение смещения СО-124	1,7 V
5. Напряжение накала СО-124	3,8 V
6. Анодный ток лампы СО-124	0,35 mA
7. Ток экранной сетки СО-124	0,3 mA
8. Ток накала СО-124	1,0 A
9. Напряжение звуковой частоты (сняемое с сопротивления 25), развиваемое фотоэлементом	2,5 mV
10. Напряжение звуковой частоты на сетке лампы СО-124 при 4 W	2,5 mV
11. Напряжение на фотоэлементе	220 V
12. Ток делителя напряжения на фотоэлементе (сопротивления 20—27)	около 18 mA
13. Усиление каскада	40

Режим второго каскада

1. Анодное напряжение (на конденсаторе 9)	290 V
2. Напряжение на аноде СО-118	110 V
3. Напряжение смещения СО-118	2,6 V
4. Напряжение накала СО-118	3,8 V
5. Анодный ток лампы СО-118	1,2 mA
6. Ток накала СО-118	1,0 A
7. Напряжение (звуковой частоты) на сетке, необходимое для получения на выходе мощности 5 W	0,1 V
8. Усиление каскада	20

Режим третьего каскада

1. Анодное напряжение (на конденсаторе 9)	290 В
2. Напряжение на аноде СО-118	135 В
3. Напряжение смещения СО-118	2,6 В
4. Напряжение накала СО-118	3,8 В
5. Анодный ток лампы СО-118	2,0 мА
6. Ток накала лампы СО-118	1,0 А
7. Напряжение звуковой частоты на сетке, необходимое для получения на выходе мощности 5 W	около 2 В
8. Усиление каскада	около 20

Режим окончного каскада

1. Анодное напряжение (на конденсаторах 4)	410 В
2. Напряжение на анодах УО-186	325 В
3. Напряжение смещения УО-186	65 В
4. Напряжение накала УО-186	3,9 В
5. Анодный ток	30 мА ± 5 мА
6. Ток накала ламп УО-186	2 × 0,7 А
7. Напряжение звуковой частоты на сетках УО-186	около 2 × 35 В
8. Напряжение звуковой частоты на II обмотке выходного трансформатора при включенном громкоговорителе ДКМ-25 при 4 W	7 В
9. Режим класса	AB ₁

П р и м е ч а н и е. Напряжения, указанные в пунктах 7, 8 и 9, соответствуют мощности на выходе 4 W при омической нагрузке 10 Ω (звуковая катушка громкоговорителя ДКМ-25) и плюс 2 Ω сопротивления шнура громкоговорителя.

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ УКМ-25: 1) трудный доступ к деталям; 2) значительный уровень помех; 3) частый выход из строя силового трансформатора; 4) пробой ключей типа «И»; 5) частый бой электронных ламп из-за малого зазора между лампами и стенками устройства (лампы амортизированы и при транспортировке ударяются о стенки); 6) частые обрывы концов звуковой катушки громкоговорителя; 7) наличие помех (трески, шорохи) из-за плохого контакта в переходной колодке шнура в чемодане громкоговорителя; 8) отсутствие блокировки со стороны высокого напряжения; 9) работа только от сети 90 — 127 В.

Преимущества: наличие 1) контрольного телефона; 2) предохранителя; 3) переключателя БЗ, обеспечивающего нужный подбор режима без разрыва первичной цепи силового трансформатора при переключениях.

УСИЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ТИПА ПУ-12

Развитие звуковой узкоплёночной кинематографии потребовало от промышленности разработки специальных усилительных устройств, по своим электроакустическим и конструктивным свойствам отличающихся от усилительных устройств, применяемых для воспроизведения 35-мм звукового фильма.

Большинство узкоплёночных звуковых установок укомплектовано усилительным устройством типа ПУ-12, которое разработано заводом Ленкиннан.

Имея на выходе мощность в 6 W, усилительное устройство ПУ-12 может обслужить аудиторию до 350 человек.

В комплект усилительного устройства ПУ-12 входят: 1) усилитель, устанавливаемый при транспортировке в отдельный чемодан; 2) громкоговоритель ДАТ-4 вмонтированный в отдельный чемодан ДЧ-1; 3) автотрансформатор типа КАТ-7 или КАТ-7а; 4) соединительные шнуры.

Усилитель ПУ-12 конструктивно оформлен в виде подставки для узкоплёночного проектора 16-ЗП, который при работе устанавливается на усилитель. Из рис. 287 и 288 мы видим, что усилитель ПУ-12 в основном состоит из шасси-основания, на котором и внутри которого размещены детали и лампы.

В целях защиты деталей и ламп от механических повреждений и обеспечения возможности установки проектора на усилитель шасси закрывается кожухом. На лицевой панели усилителя имеются три рукоятки: левая — «регулятор лампы просвечивания», средняя — «тон-контроль низких частот», правая — «регулятор громкости». На боковой стенке шасси размещены две колодки: колодка «~110 В» для включения сети и колодка «ЛЦ». На другой боковой стенке шасси: клемма «земля», колодка «А» для включения вилки шнура адаптера и гайки с накатанной головкой подъёмного механизма, который служит для изменения угла проекции (из шасси выдвигается специальная ножка). С обратной стороны шасси замонтирована ламповая панелька «единица», в которую вставляется колодка шнура громкоговорителя. Кожух-экран крепится к шасси с помощью специальных замков-крючков. На кожухе сверху закреплена

ремennая ручка, служащая для переноски усилителя. Кроме того, на кожухе имеется ряд отверстий, служащих для отвода нагретого воздуха из усилителей — движение воздуха принудительное, осуществляется лопастями вентилятора, сидящими на оси мотора проектора. Помимо отверстий, служащих для охлаждения, имеется отверстие, назначение которого — дать возможность модулированному световому пучку от звукового блока проектора попадать на фотоэлемент, который установлен на самом усилителе против отверстия кожуха-экрана.

ВНИМАНИЕ! Звук может отсутствовать при работе с плёнки или он будет искажённым, если проектор установлен неправильно по отношению к фотоэлементу.

По углам верхней панели кожуха-экрана имеются четыре лунки, в которые входят резиновые ножки проектора: этим самым фиксируется положение светового пучка звукового блока по отношению к фотоэлементу. Необходимо иметь в виду, что в ряде случаев звук будет громким и без искажений, когда проектор несколько сдвинут в ту или иную сторону (ножки на проекторе привёрнуты неправильно).

На рис. 287 дано расположение деталей на шасси усилителя ПУ-12. Шасси дано в развёрнутом виде.

На рис. 288 дано расположение деталей внутри шасси ПУ-12. Для большей наглядности шасси дано в развёрнутом виде; около каждой детали или на ней стоит номер, соответствующий номеру на принципиальной схеме. Положение деталей (мелких, как например, сопротивления, конденсаторы и т. д.) в ряде усилителей может отличаться не на том месте, как это указано на рис. 288; номера также могут быть иные. Объясняется это тем, что завод не имеет стабильного монтажа, делая некоторые отступления в зависимости от принципиальной схемы, её данных, а также по ряду производственных соображений.

Схемы усилительного устройства ПУ-12

Схема усилительного устройства ПУ-12 претерпевала неоднократные изменения. Остановимся на схеме № 1 (рис. 289).

СХЕМА № 1 ПУ-12

Усилитель ПУ-12, как видно из схемы, состоит из трёхкаскадного усилителя, выпрямительного устройства и генератора. Схема усилителя имеет два входа: а) с фотоэлемента и б) с адаптера. Вход с фотоэлемента имеет схему разделения постоянной и переменной составляющих тока фотоэлемента. Здесь 44 — нагрузочное сопротивление фотоэлемента 7; сопротивление 43 и конденсатор 32 — развязывающая ячейка анодной цепи фотоэлемента; сопротивления 26 и 26 — делитель напряжения в анодной цепи фотоэлемента; 49 — переходной конденсатор; 27 — сопротивление утечки лампы 2; сопротивление 21 — делитель напряжения, развиваемого адаптером. Ад. 30 — блокировочный конденсатор.

Первый каскад собран по реостатной схеме на пентоде 6Ж7 2. Сопротивление 47 в цепи катода лампы 2 — автоматическое смещение, заблокированное конденсатором 35; сопротивление 26 — нагрузочное сопротивление лампы 2. Последовательно с ним включено сопротивление развязки 27, заблокированное конденсатором 34. Напряжение на экранную сетку лампы 2 подаётся через сопротивление 45, заблокированное конденсатором 50. 31 — переходной конденсатор. Сопротивление 19 — регулятор громкости; оно же — утечка сетки лампы 3.

Второй каскад собран по трансформаторной схеме. Первичная обмотка переходного трансформатора зашунтирована, с одной стороны, сопротивлением 46, а с другой — цепью, состоящей из дросселя 13 и переменного сопротивления 20, образующих тонкий контроль на низких частотах. Оконечный каскад собран по схеме пуш-пулл и работает на лампах УО-186 (по одной лампе в плече). Во вторичной обмотке переходного трансформатора 7 включены полупеременные конденсаторы 36, с помощью которых производится подбём частотной характеристики в области высоких частот. Вторичная обмотка выходного трансформатора 8 соединена через переходную колодку и шнур со звуковой катушкой громкоговорителя. Поддача смещения на сетки ламп 4 осуществляется от обмотки возбуждения громкоговорителя 37 через делитель, составленный из сопротивлений 41 и 21, а также через сопротивление 25 развязки, заблокированное конденсатором 33.

Выпрямительное устройство собрано по двухполупериодной схеме и работает на кенотроне ВО-188 5. Фильтр выпрямителя состоит из дросселя 10, обмотки возбуждения громкоговорителя 37 и конденсаторов 34. Сопротивление 15 является добавочным сопротивлением в анодной цепи ламп первых двух каскадов.

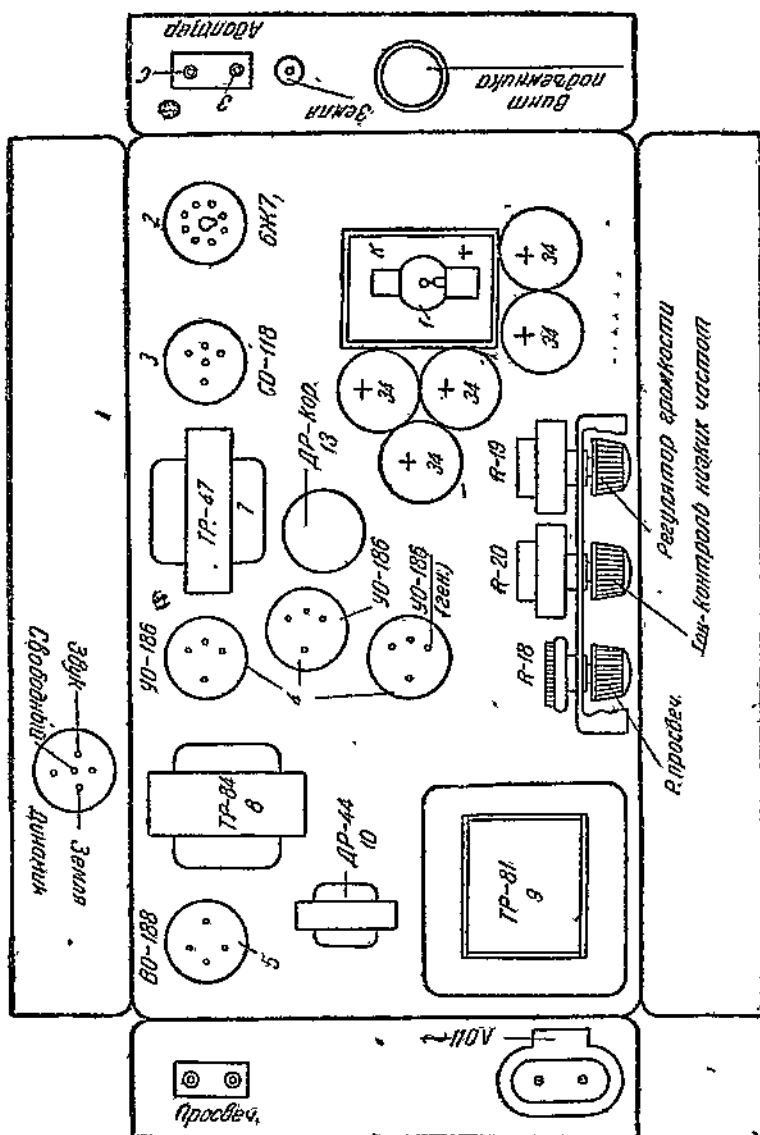
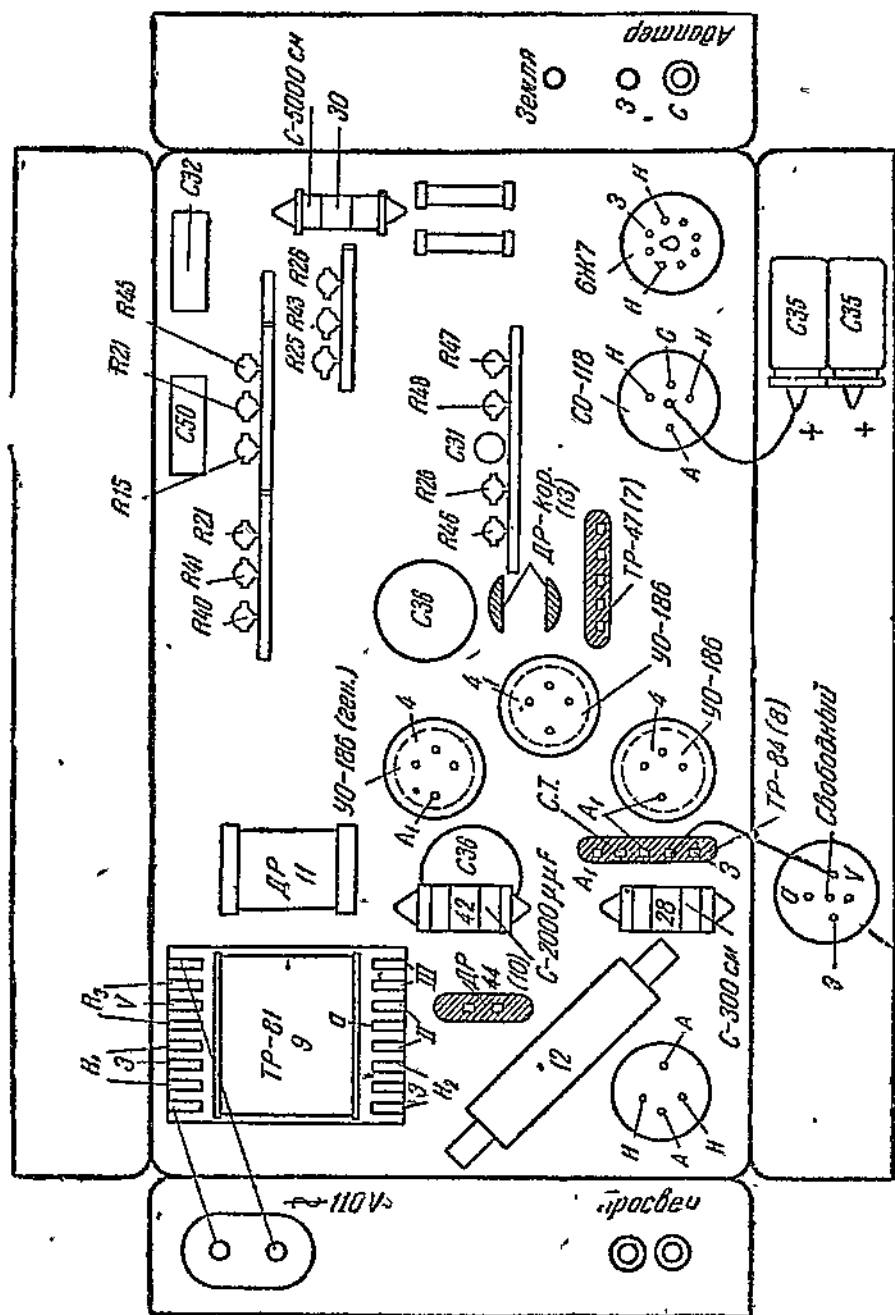


Рис. 287. Расположение деталей на шасси ПУ-12



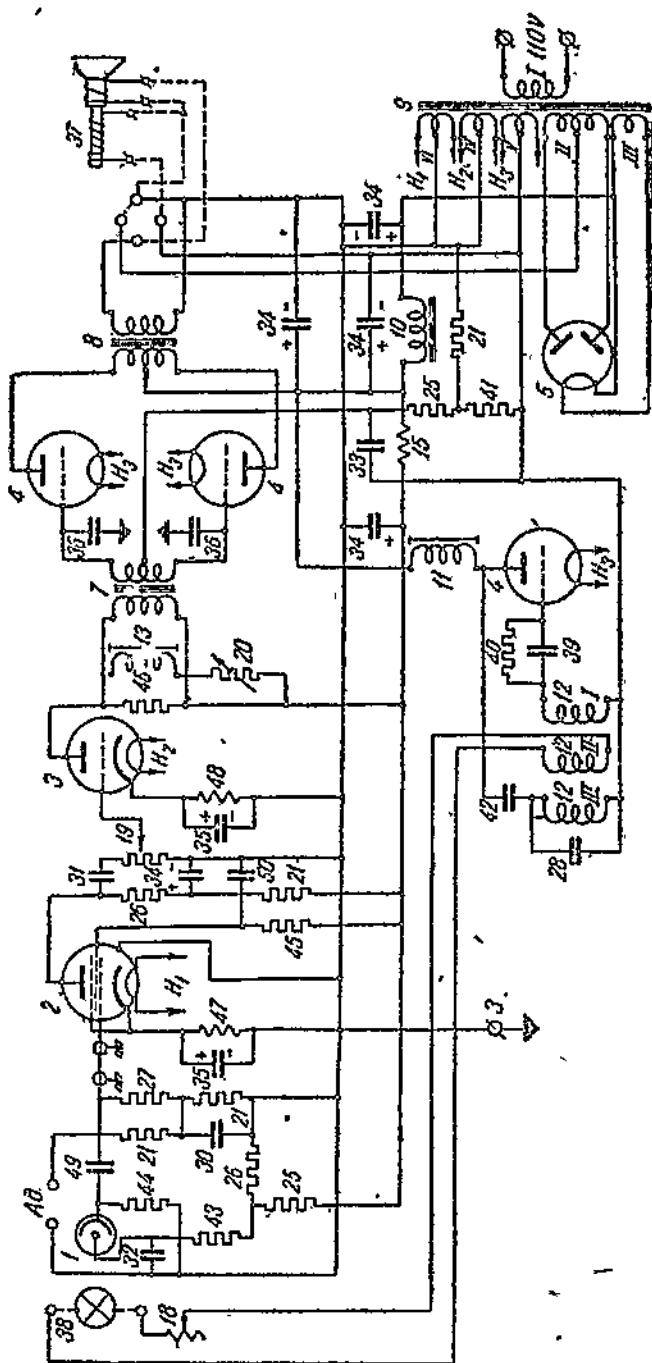


Рис. 289. Принципиальная схема ПУ-12 (схема № 1)

Генератор — аналогичен схеме генератора ПУ-9:
Питание накалов всех ламп осуществляется от соответствующих обмоток силового трансформатора 9.

СХЕМА № 2 ПУ-12 в производстве не была и поэтому не приводится.

СХЕМА № 3 ПУ-12 (рис. 290). Отличается от схемы № 1 ПУ-12 лишь отсутствием развязывающей ячейки в цепи сеток ламп оконечного каскада и наличием заземления цепи лампы просвечивания.

СХЕМА № 4 ПУ-12. Заводом была выпущена в весьма ограниченном количестве, а поэтому её описание не приводится.

СХЕМА № 5 ПУ-12. Имеет существенное отличие от схемы № 3 главным образом в схеме фильтра выпрямителя, где часть электролитических конденсаторов заменена бумажными (это вызвано отсутствием на рынке достаточного количества электролитических конденсаторов). Несколько изменена схема блокировки на колодке шнура громкоговорителя. Кроме того, один из проводов питания лампы просвечивания заменён общим проводом «земля».

СХЕМА № 6 ПУ-12. Отличается от схемы ПУ-12 № 5 в основном схемой генератора. В схеме ПУ-12 № 6 генератор собран по схеме последовательного питания. Данные катушки генератора (12) имеют существенное отличие от данных катушки схемы ПУ-12 № 5. Схема ПУ-12 № 6 приведена на рис. 292, А.

СХЕМА № 7 ПУ-12. Отличается от схемы ПУ-12 № 6 в основном схемой фильтра выпрямителя, где вместо электролитических конденсаторов (из-за их отсутствия) применены конденсаторы бумажные. Схема ПУ-12 № 7 приведена на рис. 292, Б.

Электроакустические и иные данные ПУ-12

1. Вход фотоэлемента рассчитан на напряжение — 40 mV.
2. Вход адаптера рассчитан на напряжение — 100 mV.
3. Мощность усилителя 6 W при коэффициенте нелинейных искажений:
а) на частоте 100 Hz — 5,1%,
б) на частоте 1000 Hz — 4,4%.

Сказанное поясняется кривыми рис. 293 и 294.

4. На рис. 295 дана частотная характеристика усилителя ПУ-12, снятая для разных положений ручки «тон-контроль низких частот». На рис. 297 дана частотная характеристика усилителя ПУ-12, из которой видно, что максимум подъёма (пик) имеется на частоте 6400 Hz и равен 9,4 db. Характеристика рис. 297 снята на уровне ниже номинального на 20 db. На рис. 296 дана частотная характеристика усилителя ПУ-12, снятая при подаче напряжения на вход адаптера (в разрыв входного сопротивления — 27 усилителя) при разных положениях ручки «тон-контроль низких частот». При повороте ручки до отказа против часовой стрелки характеристика усилителя нормальная («тон-контроль не действует»).

При разборе принципиальных схем ПУ-12 автор указывал на необходимость подъёма высоких частот с помощью корректирующих устройств (в схеме ПУ-12 этим корректирующим устройством является вторичная обмотка переходного трансформатора 7 и подперемешные конденсаторы 3б) в целях компенсации завала высоких частот, вызываемых конечной шириной шели звукового блока и разрешающей способностью плёнки. Несмотря на коррекцию этот завал все же значительный. Сказанное наглядно иллюстрируется рис. 298, где завал высоких частот, например, для частоты $f = 5000$ Hz достигает 15 db относительно уровня выходного напряжения при 1000 Hz. Что касается низких частот, то они усилителем ПУ-12 воспроизводятся хорошо. Характеристика рис. 298 снята с тракта, состоящего из лампы просвечивания, цилиндрической оптики звукового блока проектора 16-ЗП, тест-фильма Белл-Хауэлл, фотоэлемента и усилителя ПУ-12 (выход усилителя при измерении нагружался на активное сопротивление).

Для полноты суждения о качестве воспроизведения комплекта усилительного устройства ПУ-12 на рис. 299 даны частотные характеристики, из которых кривая I снята для громкоговорителя ДАТ-4 с усилителем ПУ-12, а кривая II — только для громкоговорителя ДАТ-4. Из рассмотрения кривых рис. 299 можно видеть, что частотная характеристика комплекта (кривая I) имеет отклонение от номинального уровня более чем на ± 15 db, что превышает норму технических условий на комплект ПУ-12 (допуск ± 12 db). То же относится и к частотной характеристике громкоговорителя ДАТ-4 (кривая II), имеющей отклонение ± 15 db (норма ± 10 db). Таким образом, неудовлетворительная характеристика комплекта вызвана неудовлетворительной характеристикой громкоговорителя ДАТ-4.

5. Нижеприводимые данные (табл. 31) уровня собственных помех усилительного устройства ПУ-12 измерены в нормальных рабочих условиях воспроизведения со зву-

Спецификация ПУ-12 (схема № 1)

№ по схеме	Наименование	Данные	Тип, марка	Количество
1	Фотоэлемент	150 μ A/Lm	ЦГ-3	1
2	Лампа	См. главу I	6Ж7	1
3	»	» » I	СО-118	1
4	»	» » I	УО-186	3
5	»	» » I	ВО-188	1
7	Трансформатор переходной	Ж-Ш-19×20 I—7000 витков ПЭ $\varnothing$ 0,08 II—2×7000 витков ПЭ $\varnothing$ 0,08	Тр-47	1
8	Трансформатор выходной	Ж-Ш-19×30 I—2×900 витков ПЭ $\varnothing$ 0,2 II—100 витков ПЭ $\varnothing$ 1,0	Тр-84	1
9	Трансформатор силовой	Ж-Ш-28×60 I—295 витков ПЭ $\varnothing$ 0,8 II—2×950 витков ПЭ $\varnothing$ 0,3 III—11 витков ПЭ $\varnothing$ 1,1 IV—5+5 витков ПЭ $\varnothing$ 0,8 V—5+6 витков ПЭД $\varnothing$ 1,4 VI—2×8 витков ПЭ $\varnothing$ 0,5	Тр-81	1
10	Дроссель	III-11×15; 2500 витков ПЭ $\varnothing$ 0,3	Др-44 ПУ-9	1
11	»	10 000 витков ПЭ $\varnothing$ 0,15 I—4 270 витков ПЭ $\varnothing$ 0,15	12-00 ПУ-9	1
12	Катушка генератора	II—65 витков ПЭ $\varnothing$ 1,0 III—1 170 витков ПЭ $\varnothing$ 0,15	10-00 ПУ-10	1
13	Дроссель	15 000 витков ПЭ $\varnothing$ 0,08	02-00 ПУ-9	1
15	Сопротивление фильтра	2 000 Ω марганца $\varnothing$ 0,05	01-25 ПУ-9	1
18	Реостат	10 Ω 0,75 А	—	1
19	Регулятор громкости	500 000 Ω	ПСК	1
20	» тона	100 000 Ω	»	1
21	Сопротивление Каминского	20 000 Ω	№ 20031	4
25	» »	100 000 Ω	№ 20031	2
26	» »	240 000 Ω	№ 20031	2
27	» »	1 500 000 Ω	№ 20031	1
28	Конденсатор слюдяной	250 см	С-1205	1
30	» »	5 000 см	С-1205	1
31	» бумажный	25 000 см	Б-208	1
33	» »	1,0 μ F 600 В	БК-2	1
34	» электролит.	10 μ F 450 В	Э-101	5
35	» »	20 μ F 10 В	ЭК-1	2
36	Полупеременный конденсатор	100 см	ПУ-9	2
37	Громкоговоритель	Сопротивление звуковой катушки—120, сопротивление катушки возбуждения—480 Ω	ДАТ-4	1
38	Лампа просвечивания	4 В 0,75 А	—	1
39	Конденсатор слюдяной	50 см	С-1205	1
40	Сопротивление Каминского	80 000 Ω	№ 20031	1
41	» »	32 000 Ω	№ 20031	1
42	Конденсатор слюдяной	2 000 см	С-1205	1
43	Сопротивление Каминского	2 000 000 Ω	№ 20031	1
44	» »	3 000 000 Ω	№ 20031	1
45	» »	1 200 000 Ω	№ 20031	1
46	» »	50 000	№ 20031	1
47	» проволочное	1 400 Ω марганца $\varnothing$ 0,05	—	1
48	» »	1 000 Ω	ПУ-10	1
49	Конденсатор бумажный	10 000 μ F	01-02 Б-208	1
50	» »	0,1 μ F	БК	1
	» »	0,3 μ F	БК	1

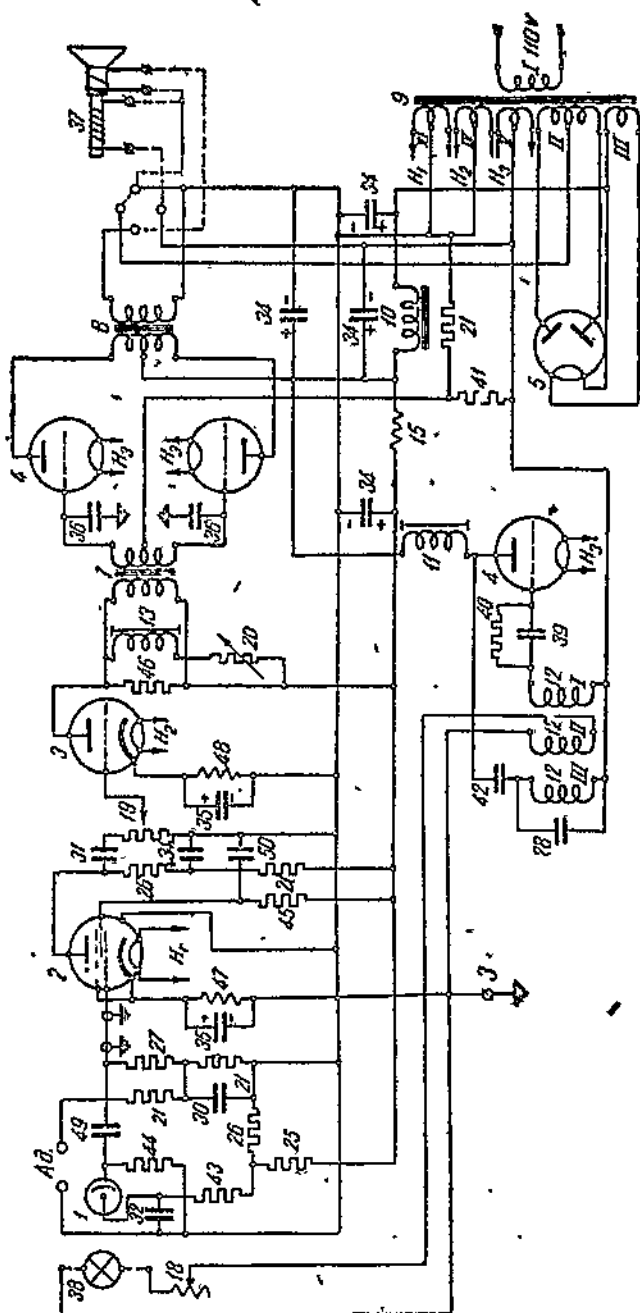


Рис. 290. Принципиальная схема ПУ-12 (схема № 3)

Спецификация ПУ-12 (схема № 3)

№ по схеме	Наименование	Данные	Тип, марка	Количество
1	Фотоэлемент	150 μ A	ЦГ-3	1
2	Лампа	См. главу I	6Ж7	1
3	"	" " I	СО-118	1
4	"	" " I	УО-186	3
5	"	" " I	ВО-188	1
7	Трансформатор переходной	Ж-Ш 19×20 I—7 000 витков ПЭ $\varnothing$ 0,08 II—2×7 000 витков ПЭ $\varnothing$ 0,08	Тр-47	1
8	" выходной	Ж-Ш 19×30 I—2×900 витков ПЭ $\varnothing$ 0,2 II—100 витков ПЭ $\varnothing$ 1,0	Тр-34	1
9	" силовой	Ж-Ш—28×60 I—295 витков ПЭ 0,8 II—2×950 витков ПЭ $\varnothing$ 0,3 III—11 витков ПЭ $\varnothing$ 1,1 IV—5+5 витков ПЭ $\varnothing$ 0,8 V—5+6 витков ПЭД $\varnothing$ 1,4 VI—2×8 витков ПЭ $\varnothing$ 0,5	Тр-81	1
10	Дроссель фильтровой	Ж-Ш—11×15; 2500 витков ПЭ $\varnothing$ 0,3	Др-44	1
11	Анодный дроссель генератора	10 000 витков ПЭ $\varnothing$ 0,15	ПУ-9 12-00	1
12	Контурная катушка генератора	I—4 270 витков ПЭ $\varnothing$ 0,15 II—65 витков ПЭ $\varnothing$ 1,0 III—1 170 витков ПЭ $\varnothing$ 0,15	ПУ-9 12-00	1
13	Дроссель коррекции	15 000 витков, ПЭ $\varnothing$ 0,08	ПУ-13 02-00	1
15	Сопротивление	2 000 Ω марганца $\varnothing$ 0,05	ПУ-9 01-25	1
18	Реостат	10 Ω 0,75 А	—	1
19	Регулятор громкости	500 000 Ω	ПСК	1
20	Регулятор тона	100 000 Ω	ПСК	1
21	Сопротивление Каминского	20 000 Ω	№ 20031	3
25	"	100 000 Ω	№ 20031	2
26	"	240 000 Ω	№ 20031	2
27	"	150 000 Ω	№ 20031	1
28	Конденсатор слюдяной	250 μ F	C-1204	1
30	"	5 000 μ F	C-1216	1
31	" бумажный	250 0 μ F	Б 878	1
32	"	0,1 μ F 500 V	ЕК 2	1
34	" электролитич.	10 μ F 450 V	Э-101	5
35	"	20 μ F 10 V	ЭК 1	2
36	Подстроечный конденсатор	100 μ F	ПУ-9 13-00	2
37	Громкоговоритель	Сопротивление звуковой катушки—12 Ω , сопротивление катушки возбуждения—480 Ω	ДАТ-4	1
38	Лампа прослечивания	4 V 0,75 А	—	1
39	Конденсатор слюдяной	50 μ F	C-1378	1
40	Сопротивление Каминского	80 000 Ω	№ 20031	1
41	"	32 000 Ω	№ 20031	1
42	Конденсатор слюдяной	2 000 μ F	C-1212	1
43	Сопротивление Каминского	2 000 000 Ω	№ 20031	1
44	"	3 000 000 Ω	№ 20031	1
45	"	1 200 000 Ω	№ 20031	1
46	"	50 000 Ω	№ 20031	1
47	" проволочное	1 400 Ω марганца $\varnothing$ 0,05	ПУ-12 01-02	1
48	"	1 000 Ω марганца $\varnothing$ 0,05	ПУ-12 01-04	1
49	Конденсатор бумажный	5000 μ F	Б-101	1
50	"	0,3 μ F 600 V	БК-4	1

Карта режимов ПУ-12 (схема № 3)

Выпрямительное устройство

1. Напряжение, подводимое от сети переменного тока 50 периодов к первичной обмотке силового трансформатора	110 V
2. Ток, потребляемый из сети	1,3 A
3. Мощность, потребляемая из сети	143 W
4. Напряжение на концах повышающей обмотки	340×2 V
5. » накала ВО-188	4 V
6. Ток накала ВО-188	2,2 A
7. Выпрямленное напряжение на конденсаторе (34 — первый конденсатор фильтра включён между «+» и «-» выпрямленного напряжения)	347 V
8. Выпрямленное напряжение на конденсаторе (34 — второй конденсатор фильтра включён между «-» и за дросселем)	325 V
9. Падение напряжения на дросселе ДР-44 10	10 V
10. Падение напряжения на обмотке возбуждения громкоговорителя ДАТ-4	72 V
11. Ток через обмотку возбуждения громкоговорителя	167—168 mA
12. Анодное напряжение предварительных каскадов (на конденсаторе 34, включённом между «+» и «-» выпрямленного напряжения за сопротивлением 75)	295 V

Усилитель

Режим первого каскада

1. Напряжение на фотоэлементе	210 V
2. Анодное напряжение	295 V
3. Напряжение на аноде лампы 6Ж7	60—80 V
4. » на экранной сетке 6Ж7	35—42 V
5. » смещения на сетке 6Ж7	1,2 V
6. » накала лампы 6Ж7	6,3 V
7. Анодный ток лампы 6Ж7	0,5 mA
8. Ток экранной сетки лампы 6Ж7	0,25—0,3 mA
9. Ток накала лампы 6Ж7	0,3 A
10. Напряжение звуковой частоты, развиваемое фотоэлементом на сетке 6Ж7	18 mV±15%

Режим второго каскада

1. Анодное напряжение	295 V
2. Напряжение на аноде лампы СО-118	270 V
3. » смещения лампы СО-118	5 V
4. » накала лампы СО-118	4 V
5. » звуковой частоты на сетке СО-118	1,8 V
6. Анодный ток лампы СО-118	5 mA
7. Ток накала лампы СО-118	1 A

Режим оконечного каскада

1. Анодное напряжение	272 V
2. Напряжение на анодах ламп УО-186	270 V
3. » смещения » УО-186	43 V
4. » накала » УО-186	4 V
5. » звуковой частоты между сетками ламп УО-186 оконечного каскада	71—74 V
6. Анодный ток двух ламп УО-186	2×50 mA
7. Ток накала » УО-186	2×0,7 A
8. Напряжение звуковой частоты на вторичной обмотке выходного трансформатора при включённом громкоговорителе ДАТ-4 (звуковая катушка имеет сопротивление 12 Ω) при мощности на выходе в 6 W	~8,5 V
9. Режим класса	AB ₁

Генератор

1. Анодное напряжение	272 V
2. Напряжение на аноде лампы УО-186	240 V
3. » накала » УО-186	4 V
4. Анодный ток лампы УО-186	50 mA
5. Ток накала	0,7 A
6. Напряжение высокой частоты	4 V
7. Мощность генератора	3 W
8. Режим	колебания 1-го рода

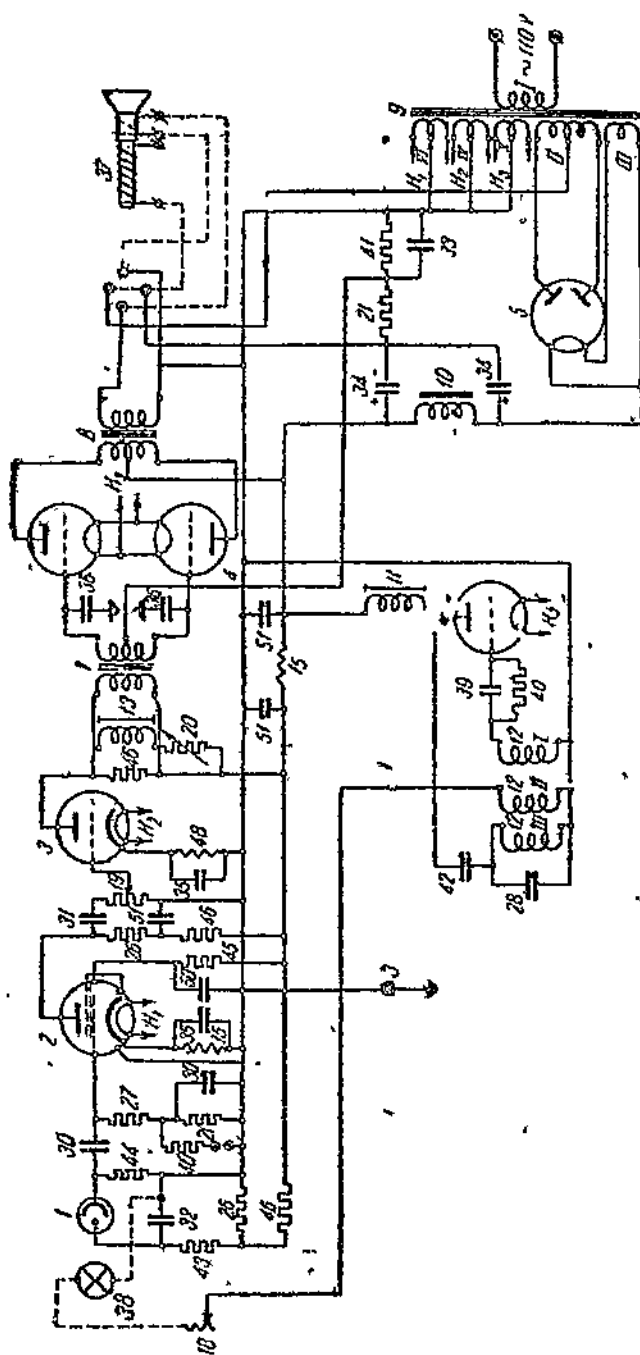


Рис. 291. Принципиальная схема ПУ-12 (схема № 5)

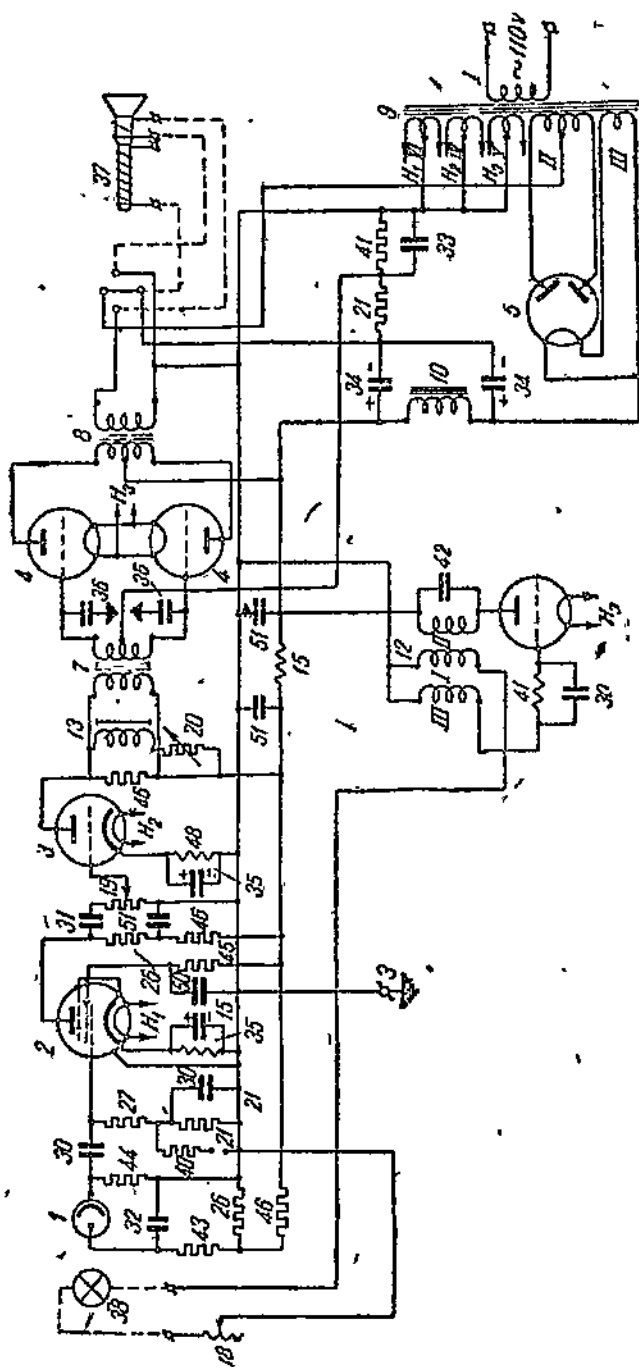


Рис. 292А. Принципиальная схема ГУ-12 (схема № 6)

№ по схеме	Наименование	Данные	Тип, марка	Количество
1	Фотоэлемент	150 $\frac{\mu A}{Lm}$	ЦГ-3	1
2	Лампа	См. главу I	6Ж7	1
3	"	" " I	СО-118	1
4	"	" " I	УО-188	3
5	"	" " I	ВО-188	1
7	Трансформатор переходной	Ш-19×20 I—7 000 витков ПЭ Ø 0,08 II—2×7 000 витков ПЭ Ø 0,08	Тр-47	1
8	" выходной	Ш-19×30 I—2×900 витков ПЭ Ø 0,2 II—100 витков ПЭ Ø 1,0	Тр-84	1
9	" силовой	Ш-28×60 I—295 витков Ø 0,8 II—2×950 витков ПЭ Ø 0,3 III—11 витков ПЭ Ø 1,1 IV—5+5 витков ПЭ Ø 0,8 V—5+6 витков ПЭ Ø 1,4 VI—2×8 витков ПЭ Ø 0,5	Тр-81	1
10	Дроссель	Ш-11×15; 2 500 витков ПЭ Ø 0,3	Др-44 ПУ-9	1
11	"	10 000 витков ПЭ Ø 0,15	12-00	1
12	Катушка генератора	I—4 270 витков ПЭ Ø 0,15 II—65 витков ПЭ Ø 1,0 III—1 170 витков ПЭ Ø 0,15	ПУ-9 10-00 ПУ-13	1
13	Дроссель коррекции	15 000 витков ПЭ Ø 0,08	02-00 ПУ-9	1
15	Сопротивление фильтра	2 000 Ω марганца Ø 0,07	01-25	2
18	Реостат	10 Ω 0,75 А	—	1
19	Регулятор громкости	500 000 Ω	ПСК	1
20	Регулятор тона	100 000 Ω	ПСК	1
21	Сопротивление Каминского	20 000 Ω	№ 20031	2
26	" " "	240 000 Ω	№ 20031	2
27	" " "	1 500 000 Ω	№ 20031	1
28	Конденсатор слюдяной	250 см	С-1204	1
30	" " "	5 000 см	С-1216	2
31	" бумажный	25 000 см	Б-808	1
32	" " "	0,1 μF	БК 2	1
33	" " "	1,0 μF 600 V	Б-108	1
34	" электролитический	10 μF 450 V	Э-101	2
35	" " "	20 μF 10 V	ЭК-1 ПУ-9	2
36	Полупеременный конденсатор	100 см	13-00	2
37	Громкоговоритель	{ Сопротивление звуковой катушки 12 Ω , катушки возбуждения—480 Ω }	ДАТ-4	1
38	Лампа просвечивания	4 V 0,75 А	—	1
39	Конденсатор слюдяной	50 см	С-1308	1
40	Сопротивление Каминского	80 000 Ω	№ 20031	2
41	" " "	32 000 Ω . Выбрано из 30 000 Ω	№ 20031	1
42	Конденсатор слюдяной	2 000 см	С-1212	1
43	Сопротивление Каминского	2 000 000 Ω	№ 20031	1
44	" " "	3 000 000 Ω	№ 20031	1
45	" " "	1 200 000 Ω	№ 20031	1
46	" " "	50 000 Ω	№ 20031	3
48	" проволоочное	1 000 Ω марганца Ø 0,07	ПУ-13 01-04	1
50	Конденсатор бумажный	0,3 μF 600 V	БК-4	1
51	" " "	2 μF 600 V	Б-110	3

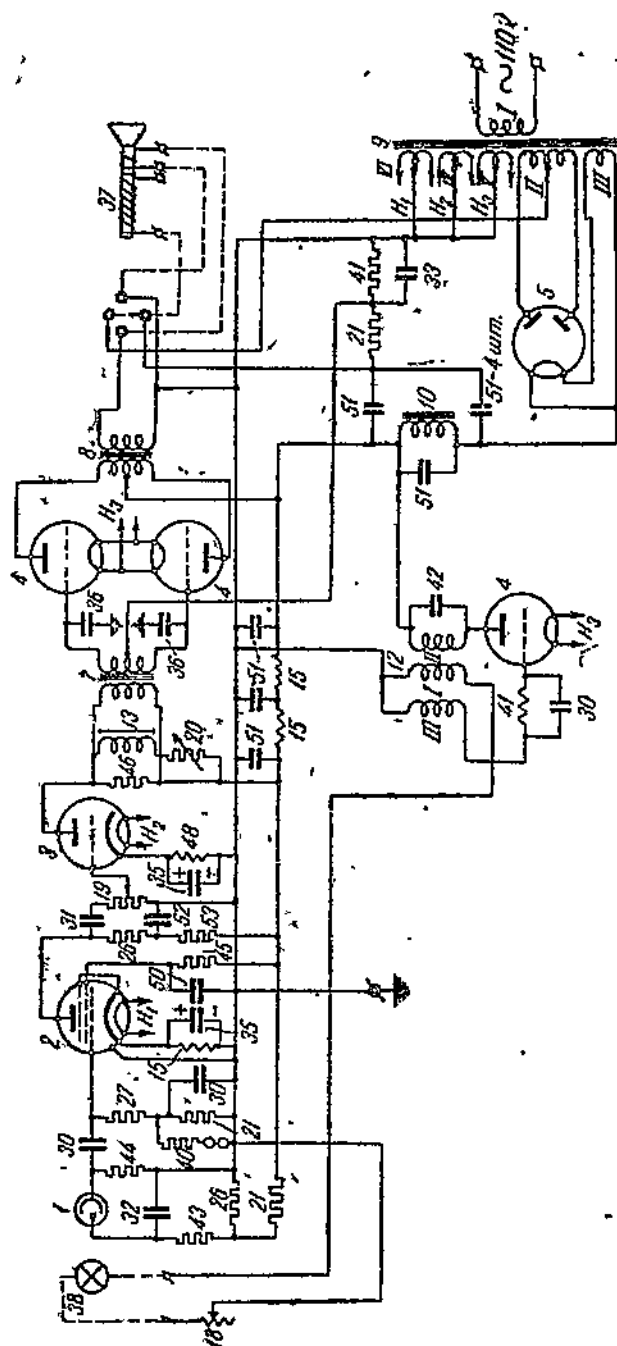


Рис. 292Б. Принципиальная схема ПУ-12 (схема № 7)

Спецификация к схеме усилителя ПУ-12 (схема № 6)

№ на схеме	Наименование	Данные	Коли- чество
1	Фотоэлемент ЦГ-3	150 $\frac{\mu A}{L_{\text{лп}}}$	1
2	Лампы 6Ж-7	См. главу I	1
3	» СО-118	» » I	1
4	» УО-186	» » I	3
5	» ВО-188	» » I	1
7	Трансформатор переходной Тр-47	{ Ж-Ш-19×20 I—7 000 витков ПЭ Ø 0,08 II—2×7 000 витков ПЭ Ø 0,08 Ж-Ш-28×60 I—295 витков ПЭ Ø 0,8 II—2×950 витков ПЭ Ø 0,3 III—11 витков ПЭ Ø 1,1 IV—5+5 витков ПЭ Ø 0,8 V—5+6 витков ПЭ Ø 1,4 VI—2×8 витков ПЭ Ø 0,5	1
9	Трансформатор силовой Тр-81	{ Ж-Ш-19×30 I—2×900 витков ПЭ Ø 0,2 II—100 витков ПЭ Ø 1,0 Ж-Ш-11×15 2 500 витков ПЭ Ø 0,3 I—52 витка ПЭ Ø 1,0 II—1 000 витков ПЭ Ø 0,31 III—400 витков ПЭ Ø 0,31	1
8	Трансформатор выходной Тр-84	{ Ж-Ш-19×30 I—2×900 витков ПЭ Ø 0,2 II—100 витков ПЭ Ø 1,0 Ж-Ш-11×15 2 500 витков ПЭ Ø 0,3 I—52 витка ПЭ Ø 1,0 II—1 000 витков ПЭ Ø 0,31 III—400 витков ПЭ Ø 0,31	1
10	Дроссель Др-44	{ Ж-Ш-11×15 2 500 витков ПЭ Ø 0,3 I—52 витка ПЭ Ø 1,0 II—1 000 витков ПЭ Ø 0,31 III—400 витков ПЭ Ø 0,31	1
12	Катушка генератора	{ Ж-Ш-11×15 2 500 витков ПЭ Ø 0,3 I—52 витка ПЭ Ø 1,0 II—1 000 витков ПЭ Ø 0,31 III—400 витков ПЭ Ø 0,31	1
13	Дроссель коррекции ПУ-13 02-00	15 000 витков ПЭ Ø 0,08	1
15	Сопротивление проволочное	2 000 Ω манганин Ø 0,07	2
18	Реостат	10 Ω 0,75 А	1
19	Регулятор громкости ПСК	500 000 Ω	1
20	Регулятор тона ПСК	100 000 Ω	1
21	Сопротивление Каминского	20 000 Ω	2
26	То же	240 000 Ω	2
27	»	1,5 МΩ	1
30	Конденсатор слюдяной С-1216	5 000 см	3
31	» бумажный Б-808	25 000 см	1
32	» » БК-2	0,1 μF	1
33	» » Б-106	1,0 μF 400 V	1
34	Конденсатор электролитический Э-101	10 μF 450 V	2
35	Конденсатор электролитический ЭК-1	20 μF 10 V	2
36	Полупеременный конденсатор ПУ-9 13-00	100 см	2
37	Громкоговоритель ДАТ-4	{ 6 W; звуковая катушка 12 Ω ка- тушка возбуждения 480 Ω	1
38	Лампа просвечивания	4 V 0,75 А	1
40	Сопротивление Каминского	80 000 Ω	1
41	То же	32 000 Ω. Выбран. из 30 000 Ω	2
42	Конденсатор слюдяной С-1212	2 000 см	1
43	Сопротивление Каминского	2 МΩ	1
44	То же	3 МΩ	1
45	»	1,2 МΩ	1
46	»	50 000 МΩ	3
48	Сопротивление проволочное ПУ-13 01-04	1 000 Ω манганин Ø 0,07	1
50	Конденсатор бумажный БК-4	0,3 μF 600 V	1
51	» » Б-110	2 μF 600 V	3

Спецификация к схеме усилителя ПУ-12 (схема № 7)

№ по схеме	Наименование	Данные	Кол-во шт.
1	Фотоэлемент ЦГ-3	$150 \frac{\mu A}{L_{in}}$	1
2	Лампа 6Ж7	См. главу I	1
3	Лампа СО-118	» » I	1
4	Лампа УО-188	» » I	3
5	Лампа ВО-188	» » I	1
7	Трансформатор переходной Тр-47	Ж-Ш-19×20 I—7 000 витков ПЭ Ø 0,08 II—2×7 000 витков ПЭ Ø 0,08	1
8	Трансформатор выходной Тр-81	Ж-Ш-19×30 I—2×900 витков ПЭ Ø 0,2 II—100 витков ПЭ Ø 1,0	1
9	Трансформатор силовой Тр-31	Ж-Ш-28×60 I—295 витков ПЭ Ø 0,8 II—2×950 витков ПЭ Ø 0,3 III—11 витков ПЭ Ø 1,1 IV—5+5 витков ПЭ Ø 0,8 V—5+6 витков ПЭ Ø 1,4 VI—2×8 витков ПЭ Ø 0,5 I—52 витка ПЭ Ø 1,0 II—1 000 витков ПЭ Ø 0,31 III—400 витков ПЭ Ø 0,31	1
12	Катушка генератора	Ж-Ш-11×15 2 500 витков ПЭ Ø 0,3	1
10	Дроссель Др-44		1
13	Дроссель коррекции ПУ-13 02-00	15 000 витков ПЭ Ø 0,08	1
15	Сопротивление проволочное ПУ-9 01-25	2 000 Ω манганин Ø 0,07	3
18	Резистор	10 Ω 0,75 А	1
19	Регулятор громкости ПСК	500 000 Ω	1
20	Регулятор тона ПСК	100 000 Ω	1
21	Сопротивление Каминского	20 000 Ω	3
21	То же	240 000 Ω	2
21	»	1,5 МΩ	1
30	Конденсатор слюдяной С-121С	5 000 см	3
31	» бумажный Б-808	25 000 см	1
32	» » БК	0,1 μF	1
33	» » Б-106	1,6 μF 400 V.	1
35	» электролитический ЭК-1	20 μF 10 V	2
36	Полупеременный конденсатор ПУ-9 13-00	100 см	2
37	Громкоговоритель ДАТ-4	{ 6 W; звуковая катушка 12 Ω, катушка возбужд. 480 Ω }	1
38	Лампа просвечивания	4 V 0,75 А	1
40	Сопротивление Каминского	80 000 Ω	1
41	То же	32 000 Ω. Выбираются из 30 000	2
42	Конденсатор слюдяной С-1212	2 000 см	1

№ п/п на стр.	Наименование	Данные	Количество
43	Сопротивление Каминского	2 МΩ	1
44	То же	3 МΩ	1
45	"	1,2 МΩ	1
48	Сопротивление проволочное ПУ-13		
	01-04	1 000 Ω манганин Ø 0,07	1
50	Конденсатор бумажный БК	0,3 μF 800 V	1
51	" " Б-110	2 μF 900 V	9
52	" " БК	0,5 μF 800 V	1
53	Сопротивление ТО	100 000 Ω	1
46	" Каминского	50 000 Ω	1

кового фильма (американский тест-фильм). Измерения производились на зажимах звуковой катушки громкоговорителя ДАТ-4.

Таблица 31

№ по пор.	Условия измерения	Помехи		Характер помех
		в В	в дБ	
1	Регулятор громкости поставлен в положение максимального усиления. Усилитель заземлён. Фотоэлемент не освещён	0,07	-42	Фон переменного тока
2	Регулятор громкости поставлен в положение максимального усиления. Усилитель заземлён. Фотоэлемент освещён через плёнку	0,18	-33,8	Шипение
3	Регулятор громкости поставлен в положение максимального усиления. Усилитель не заземлён. Фотоэлемент не освещён	0,1	-38,6	Фон и шипение
4	Регулятор громкости поставлен в положение максимального усиления. Усилитель не заземлён. Фотоэлемент освещён через плёнку	0,3	-29	Фон и шипение

Из данных табл. 31 можно сделать вывод, что уровень при незаземлённом усилителе весьма высок.

ВНИМАНИЕ! Не забудь надёжно заземлить усилитель при его работе.

6. На рис. 300 и в табл. 32 сведены данные по нагреву наиболее нагреваемых деталей усилительного устройства ПУ-12.

ВНИМАНИЕ! Усилительное устройство ПУ-12 может нормально работать при температуре от +5°C до +35°C.

Наименование детали	Продолжительность работы		Примечание
	2 часа	4 часа	
Электролитические конденсаторы (34) фильтра выпрямителя	11°C	15°C	Цифры даны для температур сверх окружающей (сверх температуры помещения)
Силовой трансформатор 9 Обмотка возбуждения громкоговорителя ДАТ-4	30°C 34,5°C	36°C 34,5°C	

7. Устройство рассчитано на питание 50-периодным переменным током при напряжении 110 В.

8. Потребляемая устройством мощность — 143 Вт.

9. Описание громкоговорителя ДАТ-4 и его данные приведены на стр. 278.

10. Общий вес чемодана громкоговорителя 12 кг.

11. Общий вес усилителя и его чемодана 19,60 кг.

12. Габариты усилителя (наибольшие, с учётом выступающих деталей) — 420 × 240 × 205 мм.

13. Габариты чемодана усилителя — 450 × 280 × 265 мм.

14. Габариты чемодана ДЧ-1 громкоговорителя 413 × 413 × 270 мм.

15. Усилитель рассчитан на работу от фотоэлемента типа ЦГ-3, чувствительностью 150 мА/Лм.

16. Длина шнура громкоговорителя около 15 м.

17. Комплектуется автотрансформатором КАТ-7 или КАТ-7-а.

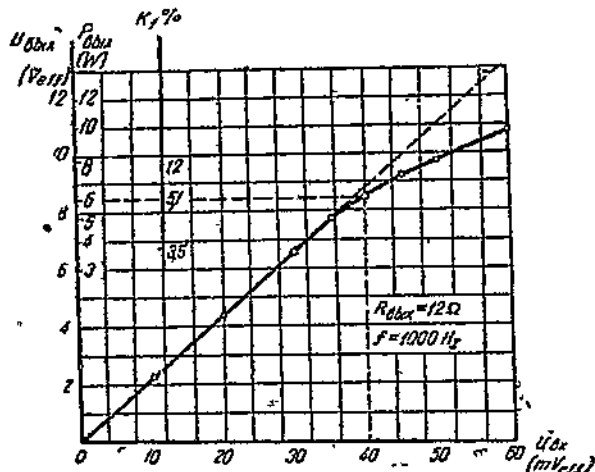


Рис. 293. Амплитудная характеристика и клир-фактор усилителя ПУ-12

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСИЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ПУ-12. Особое внимание должно быть уделено поддержанию режима работы ПУ-12, для чего на первичной обмотке нужно поддерживать напряжение переменного тока в 110 В, производя в случае необходимости переключения секций автотрансформатора. Для снижения помех ПУ-12 должен быть надёжно заземлён. Как и остальные усилительные устройства, ПУ-12 может работать только от сети переменного тока.

Об авариях ПУ-12 см. раздел «Аварии усилительной аппаратуры» (стр. 344), где дано описание аварий для всех типов аппаратуры, имеющих в частности отношение и к ПУ-12.

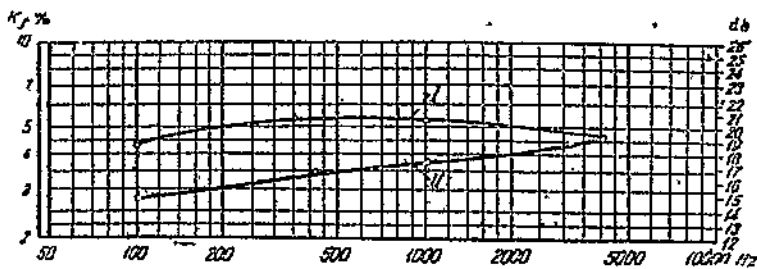


Рис. 294. Частотная характеристика клирфактора усилителя ПУ-12
Кривая I снята при $P_{\text{вых}} = 6 \text{ W}$; кривая II снята при $P_{\text{вых}} = 4 \text{ W}$; $R_H = 12 \text{ }\Omega$

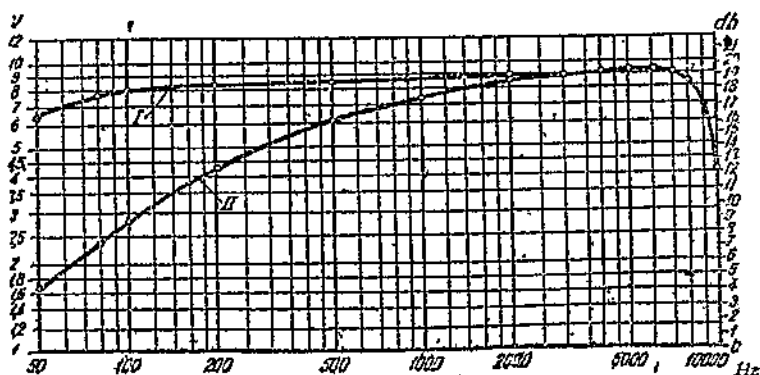


Рис. 295. Частотная характеристика усилителя ПУ-12
Условия испытания: кривая I — тон-контроль выведен $U_{\text{ex}} = 40 \text{ mV}$;
кривая II — тон-контроль выключен $R_H = 12 \text{ }\Omega$; $P_{\text{вых}} = 6 \text{ W}$

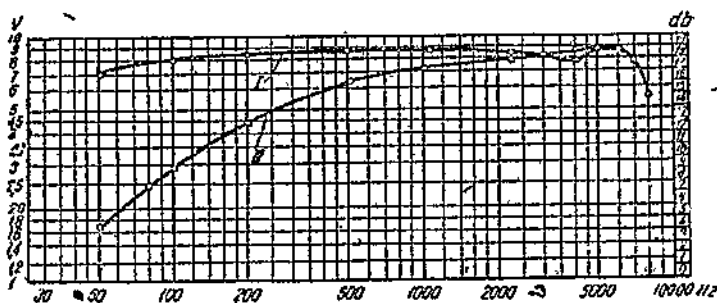


Рис. 296. Частотная характеристика усилителя ПУ-12
Условия испытания: кривая I — тон-контроль выключен $U_{\text{ex}} = 41 \text{ mV}$;
кривая II — тон-контроль выключен $R_H = 12 \text{ }\Omega$ подача на вход
адаптера $P_{\text{вых}} = 6 \text{ W}$

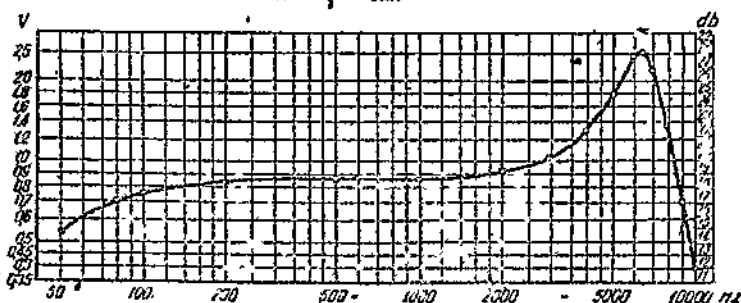


Рис. 297. Частотная характеристика усилителя ПУ-12
Условия испытания: $U_{\text{ex}} = 4,4 \text{ mV}$; $R_H = 12 \text{ }\Omega$; $P_{\text{вых}} = 0,06 \text{ W}$

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ УСИЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ПУ-12.

1) Не вполне удовлетворительные частотные характеристики комплекта ПУ-12, вызванные дефектами характеристики громкоговорителя ДАТ-4; 2) значительный уровень помех при незаземленном усилителе, что крайне неудобно в условиях эксплуатации из-за отсутствия хорошей «земли» и в некоторых случаях с значительное уда-

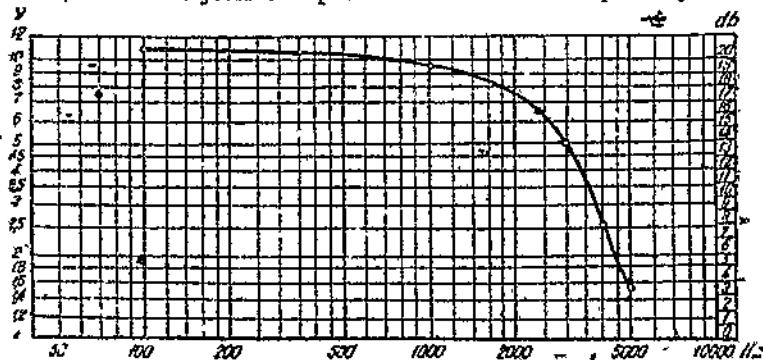


Рис. 298. Частотная характеристика усилителя ПУ-12

Условия испытания: $R_H = 12 \Omega$

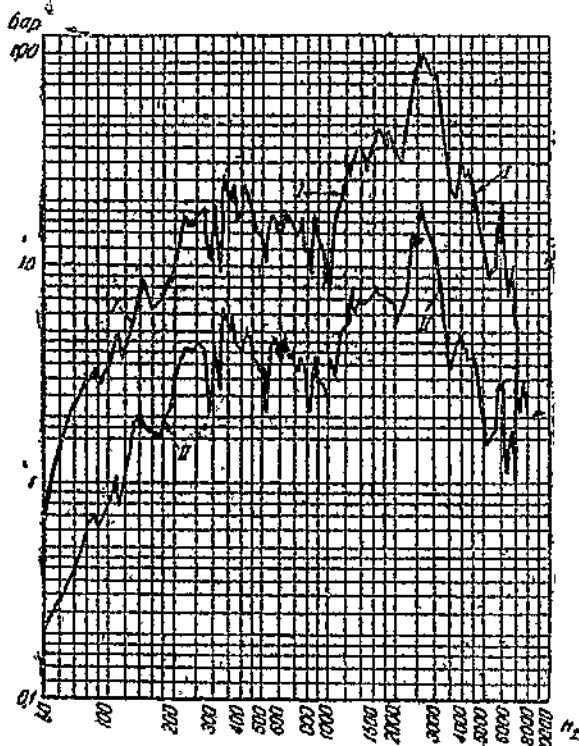


Рис. 299. Частотные характеристики усилителя ПУ-12 и громкоговорителя ДАТ-4

Кривая I — громкоговоритель с усилителем; кривая II — громкоговоритель (при напряжении 1V); расстояние от микрофона 1 м

ление от места работы передвижки; 3) искажения и дребезжание, вызванные работой громкоговорителя ДАТ-4; 4) отсутствие предохранителя в первичной цепи силового трансформатора выпрямителя; 5) наличие легко свивчивающейся клеммы «земля», которая при транспортировке, как правило, теряется, а следовательно, в условиях эксплуатации из-за плохого заземления (плохой контакт провода заземления) появляются помехи (фон переменного тока); 6) наличие неполноценного шнура громко-



Рис. 300. Кривые нагрева деталей усилителя ПУ-12

I — электролитических конденсаторов; II — силового трансформатора; III — обмотки возбуждения громкоговорителя

портителя, склонного при свёртывании закручиваться, в результате чего образуются «барашки»; 7) отсутствие блокировки со стороны высокого напряжения выпрямителя в случае разрыва цепи в переходной колодке громкоговорителя (около катушки, служащей для ламочки шнура громкоговорителя); 8) отсутствие контрольного телефона и выключателя звукового конца громкоговорителя.

УСИЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ТИПА ПУ-13

Дальнейшее совершенствование усилительного устройства типа 2ПУ-10 привело к созданию нового типа усилительного устройства — ПУ-13. Так же, как и 2ПУ-10, ПУ-13 в основном предназначен для работы в комплекте со звуковым проектором (например, «Гекорд»), рассчитанным на воспроизведение 35-мм фильма. Кроме того, ПУ-13 может быть использовано для работы от адаптера. Имея на выходе мощность в 6 W, усилительное устройство нормально может обслужить аудиторию до 350 чел. в зависимости от акустических свойств помещения.

В комплект усилительного устройства ПУ-13 входят: 1) усилитель, заключаемый при транспортировке в отдельный чемодан; 2) громкоговоритель ДАТ-4, вмонтированный в чемодан (ДЧ-1); 3) автотрансформатор типа КАТ-7; 4) соединительные шнуры; 5) бронированный кабель; 6) рабочий и запасной комплекты ламп; 7) чехлы для чемоданов.

На рис. 301 дан общий вид звуковой кинопередвижки «Гекорд», подготовленной к транспортировке.

На рис. 302 дан общий вид звуковой кинопередвижки «Гекорд» и усилительного устройства ПУ-13, подготовленные к демонстрационному фильму. Из этого же рисунка мы видим, что внешне усилитель ПУ-13 вполне аналогичен усилителям ПУ-9, ПУ-10

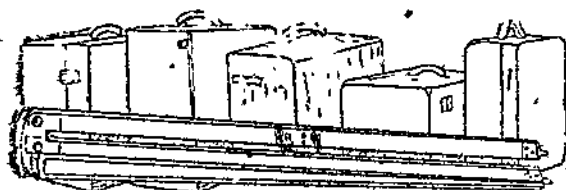


Рис. 301. Звуковая кинопередвижка «Гекорд», подготовленная к транспортировке

Слева направо: кассетница; чемодан громкоговорителя; проектор; усилитель; автотрансформатор. Вперед — штатив

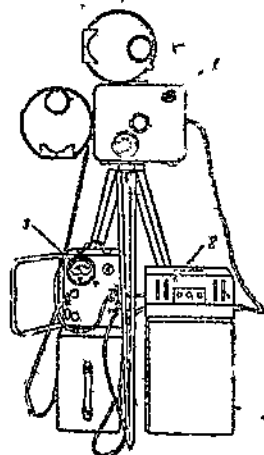


Рис. 302. Общий вид звуковой кинопередвижки

1 — проектор К-25; 2 — усилитель ПУ-13; 3 — автотрансформатор КАТ-7

и 2ПУ-10. Для более полного ознакомления с конструкцией усилительного устройства ПУ-13 на рис. 303 дано расположение деталей на шасси ПУ-13, а на рис. 304 — расположение деталей внутри шасси ПУ-13.

Специфической особенностью конструкции усилительного устройства ПУ-13 является наличие бронированного кабеля, соединяющего вход усилителя с фотоэлементом, расположенным в проекторе. Для включения переходной колодки бронированного кабеля на боковой панели шасси усилителя имеется специальная панелька, снабженная надписью «вход». Кроме того, вместо реостата лампы просвечивания, который в ПУ-13 отсутствует (лампа просвечивания проектора К-25 питается непосредственно от сети переменного тока через трансформатор), имеется тон-контроль высоких частот (левая рукоятка передней панели ПУ-13). Средняя рукоятка тон-контроля низких частот, а правая — регулятор громкости. Из рис. 305 можно заметить, что в ПУ-13 отсутствуют детали генератора, так как последнего в этом типе усилительного устройства нет.

Схемы усилительного устройства ПУ-13

Принципиальная схема ПУ-13 так же, как и схемы других усилительных устройств, претерпела ряд изменений, вызванных, с одной стороны, производственными соображениями и, с другой, — соображениями улучшения работы схемы.

СХЕМА № 1 (рис. 305)

Усилитель. Устройство состоит из трёхкаскадного усилителя низкой частоты, выпрямителя и громкоговорителя 37.

*Вход усилителя собран по схеме разделения составляющих тока фотоэлемента. Напряжения на анод фотоэлемента 7 производится через делитель, составля-

Второй каскад ПУ-13 собран по реостатно-трансформаторной схеме параллельного питания и работает на лампе типа СО-118. В качестве утечки сетки лампы СО-118 используется потенциометр 19 с активированным слоем, выполняющим роль регулятора громкости. Смещение на сетку СО-118 подается автоматически от сопротивления 48, заблокированного конденсатором 35. Нагрузочным сопротивлением лампы СО-118 является сопротивление 21, которое зашунтировано через сопротивление конденсатор 50 комбинацией из первичной обмотки переходного трансформатора и цепи тон-фильтра, состоящего из дросселя 13 и переменного сопротивления 20. Увеличивая величину сопротивления 20, тем самым мы увеличиваем уровень низких частот на выходе усилителя (в этом случае ручку с надписью «тон-контроль низких частот» вращают против часовой стрелки).

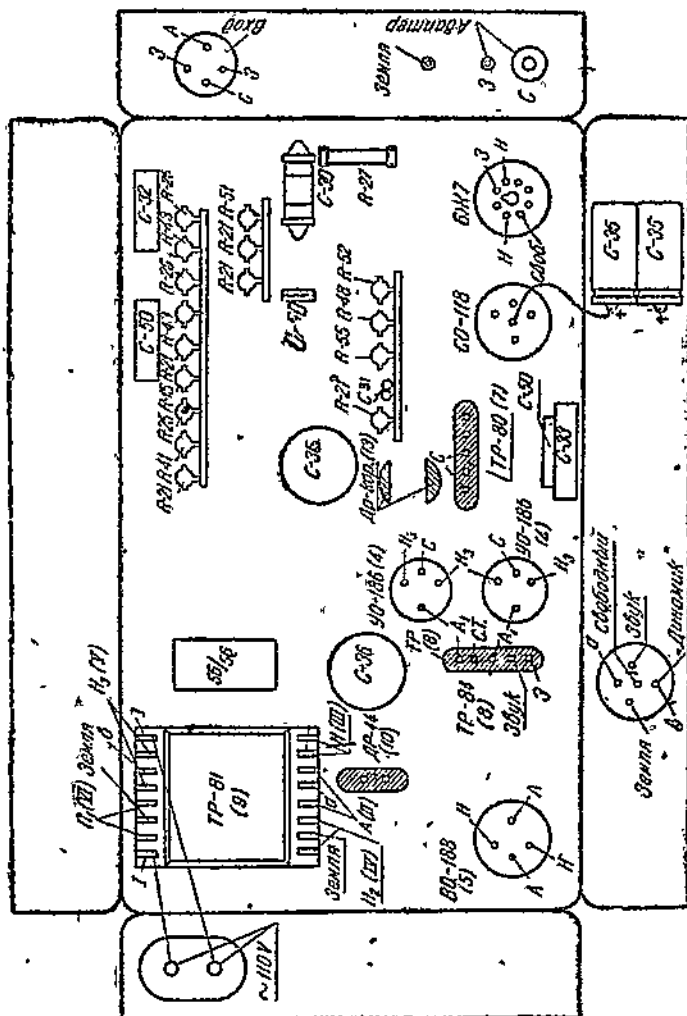


Рис. 304. Расположение деталей внутри шасси ПУ-13

Оконечный каскад собран по двухтактной схеме и работает на лампах УО-186 (по одной лампе в каждом плече). В целях компенсации завала, вызванного паразитной емкостью шланга (бронированного кабеля), в усилителе сделан подъем частотной характеристики с помощью полупеременных конденсаторов 36, включенных параллельно вторичной обмотке переходного трансформатора. Цепь, составленная из конденсатора 53 и переменного сопротивления 54, является тон-контролем высоких частот. Смещение на сетки ламп УО-186 осуществляется от обмотки возбуждения громкоговорителя через делитель напряжения, составленный из сопротивлений 21 и 41, и через сопротивление развязки 25, заблокированное конденсатором 33. Выходной трансформатор 8 соединяется через переходную колодку и шнур с громкоговорителем ЦАТ-4 37.

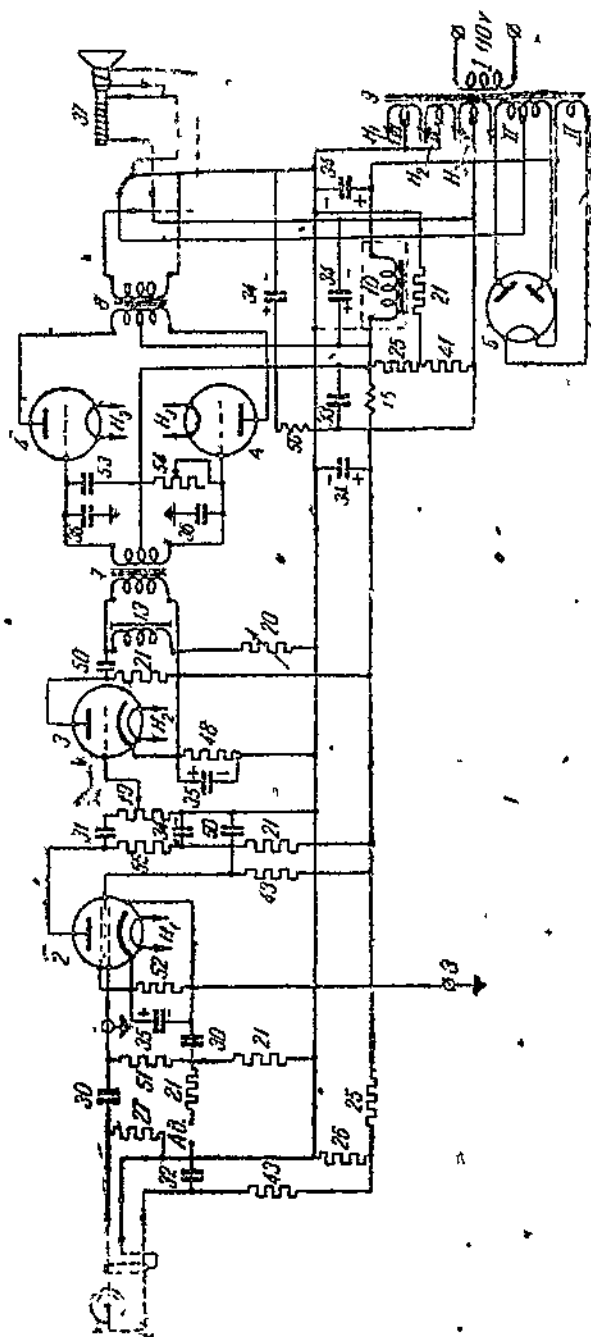


Рис. 305. Принципиальная схема ПУ-13 (схема № 1)

Спецификация ПУ-13 (схема № 1)

№ по схеме	Наименование	Данные	Тип, марка	Количество
1	Фотоэлемент	150- μ A Lm -	ЦГ	1
2	Лампа	См. главу I	6Ж7	1
3	»	» » I	СО-118	1
4	»	» » I	УО-186	2
5	»	» » I	ВО-188	1
7	Трансформатор переходной	{ЖК-Ш-19×20 I—3500 витков ПЭ Ø 0,10 II—2×7000 витков ПЭ Ø 0,08}	Тр-80	1
8	» выходной	{ЖК-Ш-19×30 I—2×900 витков ПЭ Ø 0,21 II—100 витков ПЭ Ø 1,0}	Тр-84	1
9	» силовой	{ЖК-Ш-28×60 I—295 витков ПЭ Ø 0,8 II—2×950 витков ПЭ Ø 0,3 III—11 витков ПЭ Ø 1,1 IV—2×5 витков ПЭ Ø 0,8 V—5+6 витков ПЭД Ø 1,4 VI—2×8 витков ПЭ Ø 0,5}	Тр-81	1
10	Дроссель фильтра	ЖК-Ш-11×15; 2500 витков ПЭ Ø 0,3	Др-44	1
13	» коррекции низкой частоты	15000 витков ПЭ Ø 0,08	ПУ-10	1
15	Сопротивление фильтра	2000 Ω марганцин Ø 0,03	02-00 ПУ-9	1
19	Регулятор громкости	500 000 Ω	01-25	1
20	» тона низкой частоты	100 000 Ω	ПСК	1
21	Сопротивление Каминского	20 000 Ω	ПСК	1
25	» »	100 000 Ω	№ 20031	5
26	» »	240 000 Ω	№ 20031	2
27	» »	1 500 000 Ω	№ 20031	1
30	Конденсатор слюдяной	5 000 см	№ 20031	1
31	» бумажный	25 000 см	С-1205	2
32	» »	0,1 μ F 600 V	Б-208	1
33	» »	1,0 μ F 600 V	БК	1
34	» электролитическ.	10 μ F 450 V	БК-2	1
36	Полупеременный конденсатор	100 см	Э-101	5
35	Конденсатор электролитическ.	20 μ F 10 V	ПУ-9	2
37	Громкоговоритель	{Сопротивление звуковой катушки 12 Ω ; сопротивление катушки возбуждения 480 Ω }	13-00 ЭК-1	2
41	Сопротивление Каминского	32 000 Ω . Выбрано из 30 000 Ω	ДАТ-4	1
43	» Каминского	2 000 000 Ω	№ 20031	1
48	» проволочное	1 000 Ω марганцин Ø 0,05	№ 20031	2
50	Конденсатор бумажный	0,3 μ F 600 V	ПУ-10	1
51	Сопротивление Каминского	750 000 Ω	01-02	2
52	» проволочное	2 300 Ω марганцин Ø 0,05	БК	1
53	Конденсатор слюдяной	300 см 800 V	№ 20031	1
54	Регулятор тона высокой частоты	500 000 Ω с разрывом цепи	1	1
55	Сопротивление Каминского	500 000 Ω	ПСК	1
56	» проволочное эмалированное	6 000 Ω . Составлено из 2 шт.	№ 20031	1

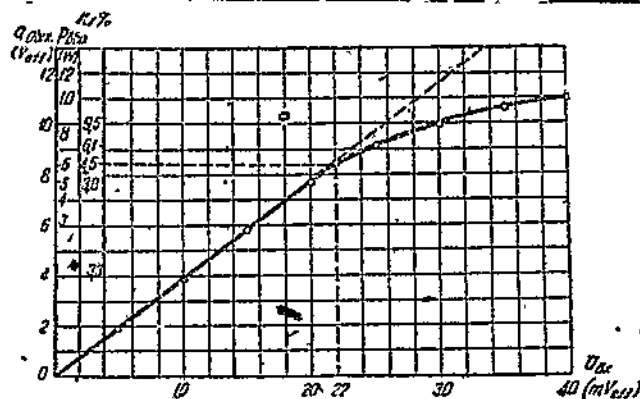


Рис. 306. Амплитудная характеристика и коэффициент усиления ПУ-13.

Условия испытания: $R_{\text{вых}} = 12 \text{ } \Omega$; $f = 1000 \text{ Hz}$

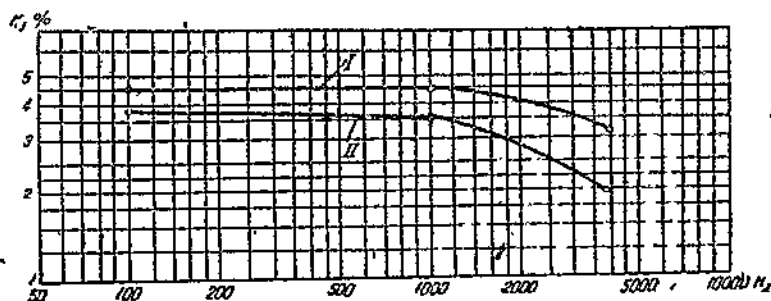


Рис. 307. Частотная характеристика коэффициента усиления ПУ-13
Условия испытания: кривая I — $P_{\text{вх}} = 6 \text{ W}$; $R_{\text{н}} = 12 \text{ } \Omega$; кривая II — $P_{\text{вх}} = 4 \text{ W}$

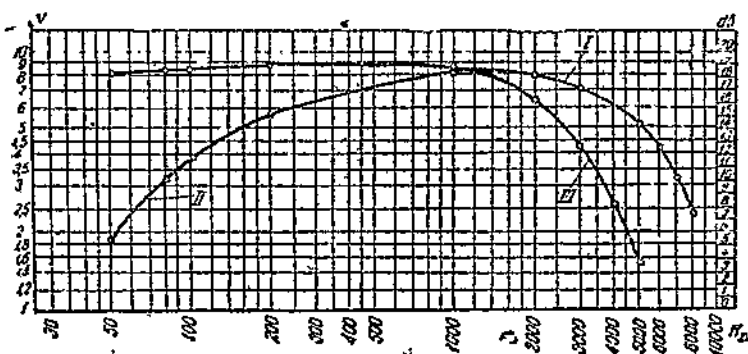


Рис. 308. Частотная характеристика усилителя ПУ-13

Условия испытания: кривая I — без тон-контроля $U_{\text{вх}} = 21,7 \text{ mV}$; кривая II — включён тон-контроль низкой частоты; кривая III — включён тон-контроль высокой частоты $R_{\text{н}} = 12 \text{ } \Omega$; $P_{\text{вх}} = 6 \text{ W}$

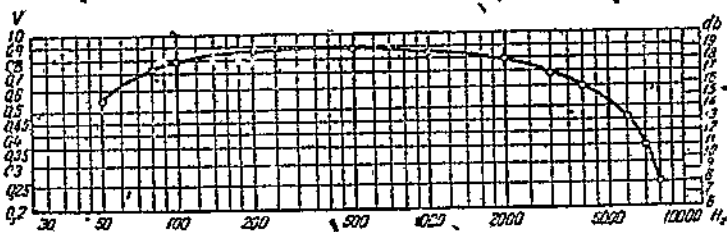


Рис. 309. Частотная характеристика усилителя ПУ-13

Условия испытания: $U_{\text{вх}} = 2,35 \text{ mV}$; $R_{\text{н}} = 12 \text{ } \Omega$; $P_{\text{вх}} = 0,06 \text{ W}$

Выпрямительное устройство ПУ-13 собрано по двухполупериодной схеме и работает на кенотроне типа ВО-188 5. Силовой трансформатор 9 имеет: четыре отдельные обмотки для питания нитей накалов ламп как усилителя, так и выпрямителя; одну повышающую обмотку (II) и одну сетевую (I), к которой подводится напряжение 110 В. Фильтр выпрямителя состоит из дросселя 10 и обмотки возбуждения громкоговорителя 37, а также конденсаторов 34. В связи с отсутствием генератора в схеме ПУ-13 элементы схемы (например, силовой трансформатор и т. д.) пришлось бы при-

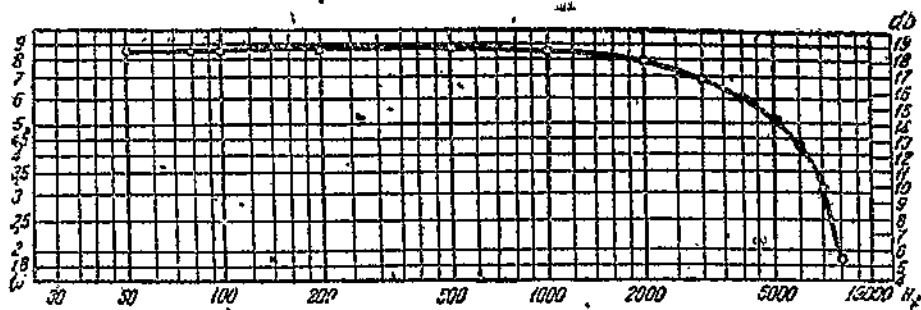


Рис. 310. Частотная характеристика усилителя ПУ-13

Условия испытания: $U_{\text{вх}} = 29 \text{ мВ}$; $R_{\text{н}} = 12 \text{ }\Omega$; $P_{\text{вых}} = 6 \text{ Вт}$. Подача на вход адаптера

меньше несколько нивы, чем, например, в усилительном устройстве ПУ-12, по причине уменьшения нагрузки на выпрямитель (из-за отсутствия генератора). Это с производственной точки зрения крайне невыгодно, так как пришлось бы на производстве иметь два отдельных типа усилительных устройств, отличающихся друг от друга по существу незначительно. Для устранения указанного в усилительном устройстве ПУ-13 вместо генератора включена эквивалентная ему нагрузка (сопротивление 56) для выпрямителя; иначе говоря, на сопротивлении 56 рассеивается мощность, равная мощности, потребляемой генератором от выпрямителя (как, например, в ПУ-12). Таким образом, режим устройства не нарушается и аналогичен ПУ-12.

Выпрямительное устройство имеет блокировку со стороны «минус» высокого напряжения.

СХЕМА № 2. Отличается от схемы № 1 наличием незащищенного экраном дросселя фильтра 10, выпускалась в ограниченном количестве и была заменена схемой № 3.

Электроакустические и иные данные ПУ-13

1. Вход фотоэлемента рассчитан на напряжение в 7,5 мВ.
2. Вход адаптера рассчитан на напряжение в 100 мВ.
3. Мощность усилителя — 6 Вт при коэффициенте нелинейных искажений: а) на частоте 100 Гц — 4,5%; б) на частоте 1000 Гц — 4,5%.

Сказанное поясняется кривыми рис. 306 и 307.

4. На рис. 308 дана частотная характеристика усилителя ПУ-13. Из кривых мы видим, что при выключенных тон-контролях на низких и высоких частотах (кривая I) завал на частоте 80 Гц составляет 0,25 дБ, а на 6000 Гц завал характеристики равен 5,7 дБ. При включении тон-контроля на низких частотах имеем завал при $f = 100 \text{ Гц}$, 6,6 дБ. При включении тон-контроля на высоких частотах имеем свад характеристики на $f = 6000 \text{ Гц}$ около 20 дБ.

На рис. 309 дана частотная характеристика усилителя ПУ-13, снятая при понижении на 20 дБ уровня мощности относительно номинала на частоте $f = 1000 \text{ Гц}$. Ход кривой аналогичен кривой I рис. 308, за исключением низких частот, где при $f = 80 \text{ Гц}$ завал равен 1,3 дБ, а при $f = 6000 \text{ Гц}$ завал равен 5,3 дБ.

На рис. 310 дана частотная характеристика усилителя ПУ-13, снятая при подаче напряжения на вход адаптера (в разрыв входного сопротивления 27 усилителя). На рис. 311 дана частотная характеристика усилителя ПУ-13, снятая с тракта, состоящего из лампы просвечивания, микрофотки звукового блока проектора К-25 («Гекорд», тест-фильма Киевской кинофабрики, фотоэлемента, бронированного кабеля и усилителя ПУ-13 (выход усилителя нагружался при измерении на активное сопротивление $R_{\text{н}} = 12 \text{ }\Omega$). Как видно из кривой, при воспроизведении с фильма наблюдается некоторый подъем на низких частотах, достигая при $f = 100 \text{ Гц}$ 2 дБ по отношению к уровню на 1000 Гц, что является достоинством усилителя. На частоте $f = 5000 \text{ Гц}$ завал равен 4 дБ.

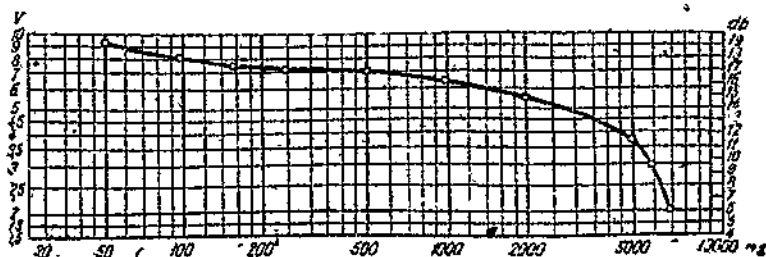


Рис. 311. Частотная характеристика усилителя ПУ-13

Условия испытания: $R_k = 12 \Omega$

Рис. 313. Кривые нагрева деталей усилителя ПУ-13

I — электролитических конденсаторов; II — обмотки возбуждения громкоговорителя; III — силового трансформатора

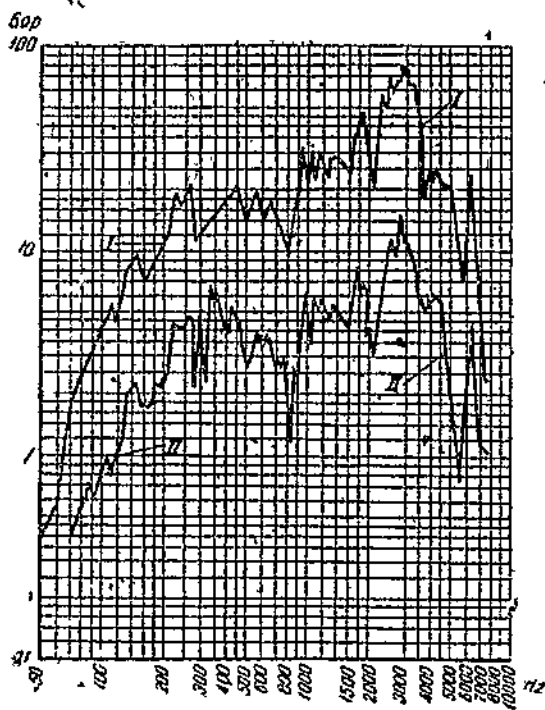


Рис. 312. Частотная характеристика усилителя ПУ-13 и громкоговорителя ДАТ-4

Кривая I — громкоговоритель с усилителем; кривая II — громкоговоритель (при напряжении 1V); расстояние от микрофона 1 м

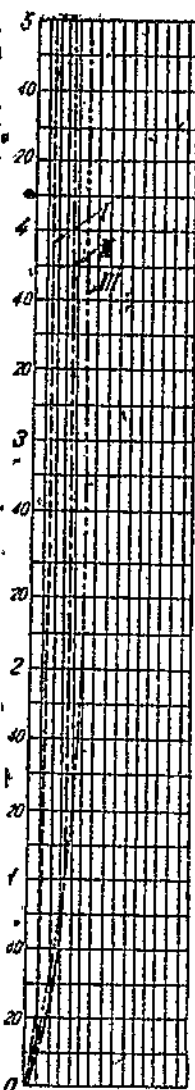


Таблица 33

№ по пер.	Условия измерений	Помехи		Характер помех
		в В	в дБ	
1	Регулятор громкости поставлен в положение максимального усиления. Усилитель заземлён. Фотоэлемент не освещён	0,17	-34	Фон переменного тока
2	Регулятор громкости поставлен в положение максимального усиления. Усилитель заземлён. Фотоэлемент не освещён. Тон-контроль низких частот включён	0,03	-43	
3	Регулятор громкости поставлен в положение максимального усиления. Усилитель не заземлён. Фотоэлемент не освещён	0,57	-23,5	
4	То же, что § 2, но усилитель не заземлён	0,17	-34	
5	То же, что § 1, но фотоэлемент освещён через плёнку	0,75	-21,1	
6	То же, что § 5, но усилитель не заземлён	0,06	-19	
7	Регулятор громкости поставлен в положение получения номинальной мощности; усилитель заземлён; фотоэлемент не освещён	0,02	-52,6	
8	То же, что § 7, но без заземления	0,03	-49	
9	То же, что § 7, но со световым потоком через плёнку	0,09	-39,5	
10	Регулятор громкости поставлен в положение получения номинальной мощности; усилитель не заземлён; фотоэлемент освещён	0,11	-37,8	

Таблица 34

№ по пер.	Наименование детали	Продолжительность работы (в часах)		Примечание
		2	5	
1	Электролитические конденсаторы 3А фильтра выпрямителя	10,5°C	11°C	Цифры даны для температур окружающей (средней) температуры помещения
2	Силовой трансформатор 9	32°C	34,5°C	
3	Обмотка возбуждения громкоговорителя ДАТ-4	26°C	27°C	

Д а н н ы е	Т и п			
	ПУ-2	ПУ-3	ПУ4-3	ПУ5-3
I. Электроакустические данные				
1. Напряжение входа усилителя:				
а) на фотоэлементном входе в mV	4	6	5	4
б) на адаптерном входе в mV	75	75	75	100
в) на микрофонном входе в mV	—	—	—	—
2. Мощность на выходе в W	2,0	3,0	2,5	2,5
3. Клирфактор: на частоте 100 Hz	—	—	—	—
» » 1000 Hz	—	4%	—	—
4. Частотная характеристика при работе с фотоэлемента:				
а) полоса в Hz	300—8000	300—8000	100—8000	—
б) отклонение в db	—4	—4	±2	—
5. Уровень помех усилителя	—	—38,5	—40	—43
II. Эксплуатационные данные				
1. Номинальное напряжение сети, на которое рассчитано устройство V	120—85	120—85	120—80	110—85
2. Потребляемая мощность W	—	—	110	110
3. Напряжение на фотоэлементе V	240	240	240	240
4. Рассчитан на аудиторно чел.	100	100	100	100
5. Выход усилителя рассчитан на подключение нагрузки Ω	10	10	10	10
6. Вес усилительного устройства около кг	19,8	20	22	19
7. Нормальная температура, при которой может работать устройство $t^{\circ}\text{C}$	—15+35°	—15+35°	—15+35°	—15+35°

ТАБЛИЦА № 35

для передвижек звукового кино

усилительной аппаратуры

ПУ-9	ПУ-10	2ПУ-10	ПУ-12	ПУ-13	ПУ-14	ПУ-15	УК-25	УКМ-25
20	10	7,5	16	7,5	16	16	2,5	3,0
100	100	100	100	100	100	100	100	100
15	—	—	—	—	—	—	—	—
6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	12,5	5	2,5	4,0
9%	9%	9%	4,4%	4,5%	—	4,5%	—	6%
6%	6%	6%	5,1%	4,5%	—	4,0%	—	5%
80—6000	80—6000	80—6000	80—6500	80—6000	80—5000	80—5000	50—7000	50—7000
-2+8	±2,5	±4	-2+8	0,25—4,0	-2+10	-2+6	—	-2+6
-36	-40	-40	-42	-42	-45	-40	-37,5	—
110	110	110	110	110	110	90—120	90—130 180—220	90—127
140	140	140	143	143	150	250	—	184
220	220	220	220	220	220	220	240	220
350	350	350	350	350	700	350	100	200
6	6	6	12	12	12	12	10	12
24	24	24	30	30	около 24	около 35	35	36
+10+35°	+10+35°	+10+35°	+5+35°	+5+35°	+5+35°	+5+35°	+5+35°	+5+35°

На рис. 312 даны частотные характеристики комплекта, состоящего из усилителя ПУ-13 и громкоговорителя ДАТ-4 (кривая I) и вторая кривая только для громкоговорителя ДАТ-4. Из этих кривых так же, как и для случая усилительного устройства ПУ-12, мы имеем превышение норм технических условий. Причиной опять-таки является неудовлетворительная характеристика громкоговорителя ДАТ-4.

5. Нижесприводимые данные уровня собственных помех усилительного устройства ПУ-13 измерены в нормальных рабочих условиях воспроизведения со звукового фильма (тест-фильм Киевской кинофабрики). Измерения производились на зажимах звуковой катушки громкоговорителя ДАТ-4.

6. Из данных табл. 33 можно сделать вывод, что уровень помех весьма велик при включенной лампе просвечивания, достигая 21,1 дБ при максимальном усилении усилителя. При потушенной лампе просвечивания помехи невелики и укладываются в норму.

На рис. 313 и в табл. 34 сведены данные по нагреву наиболее нагреваемых деталей усилительного устройства ПУ-13.

На основании приведенных данных можно сделать вывод, что:

ВНИМАНИЕ! Усилительное устройство ПУ-13 может нормально работать при температуре от +5°C до +35°C.

7. Устройство рассчитано на питание 50-периодным переменным током при напряжении 110 В.

8. Потребляемая устройством мощность — 143 Вт.

9. Общий вес чемодана громкоговорителя — 12 кг.

10. Общий вес усилителя и его чемодана — 19,6 кг.

11. Габариты усилителя (наибольшие, с учетом выступающих деталей) — 420 × 240 × 205 мм.

12. Габариты чемодана усилителя — 460 × 280 × 285 мм.

13. Габариты чемодана громкоговорителя — 413 × 413 × 270 мм.

14. Усилитель рассчитан на работу от фотоэлемента чувствительностью в 150 А/лм.

15. Длина шнура громкоговорителя — около 15 м.

16. Длина бронированного кабеля — 1,25 м.

17. Комплектуется автотрансформатором КАТ-7.

Карта режимов ПУ-13

Выпрямительное устройство

1. Напряжение, подводимое от сети переменного тока 50 периодов к первичной обмотке силового трансформатора	110 В
2. Ток, потребляемый из сети	1,3 А
3. Потребляемая из сети мощность	143 Вт
4. Напряжение на анодах ВО-188	340×2 В
5. » накала ВО-188	4 В
6. Ток накала ВО-188	2,2 А

Усилитель

Режим первого каскада

1. Напряжение на фотоэлементе	210—220 В
2. Анодное напряжение	295 В
3. Напряжение на аноде лампы 6Ж7	72 В
4. » на экранной сетке лампы 6Ж7	35—42 В
5. » смещения лампы 6Ж7	—0,9 В
6. » накала 6Ж7	6,3 В
7. Анодный ток лампы 6Ж7	0,8 мА
8. Ток экранной сетки 6Ж7	0,3 мА
9. Ток накала лампы 6Ж7	0,3 А
10. Напряжение звуковой частоты, развиваемое фотоэлементом на сетке лампы 6Ж7	10—12 мВ
11. Коэффициент усиления каскада	100

Режим второго каскада

1. Анодное напряжение	295 В
2. Напряжение на аноде лампы СО-118	250 В

*) Переменное напряжение на сетках ламп дано для получения на выходе усилителя номинальной мощности — 6 Вт.

3. Напряжение сетчатых ламп СО-118 . . .	— 4 V
4. » » накала » СО-118 . . .	3,6 V
5. 1) » звуковой частоты на сетке СО-118 . . .	1,2—1,4 V
6. Анодный ток лампы СО-118 . . .	4 mA
7. Ток накала лампы СО-118 . . .	1 A
8. Коэффициент усиления каскада . . .	62,5

Режим оконечного каскада

1. Анодное напряжение . . .	272 V
2. Напряжение на анодах ламп УО-186 . . .	270 V
3. » смещения » УО-186 . . .	— 13 V
4. » накала » УО-186 . . .	3,6 V
5. 1) » звуковой частоты между сетками ламп УО-186 оконечного каскада . . .	70—75 V
6. Анодный ток двух ламп УО-186 . . .	2×55 mA
7. Ток накала . . .	2×0,7 A
8. Напряжение звуковой частоты на вторичной обмотке выходного трансформатора при включенном громкоговорителе ДАТ-4 (звуковая катушка имеет сопротивление 12 Ω) . . .	~ 8,5 V
9. Режим класса . . .	AB ₁

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСИЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ПУ-13. При развёртывании передвигая аппаратуру располагают так, как показано на рис. 302. Если же работа происходит без применения штатива, то аппаратуру размещают, например, на столе аналогично рис. 404, стр. 341. Перед включением питания необходимо: надёжно включить концы бронированного кабеля (рис. 314) как в гнезда

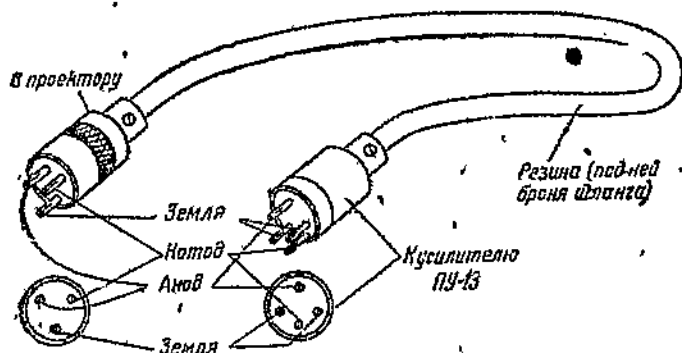


Рис. 314. Бронированный кабель, служащий для соединения усилителя ПУ-13 с проектором К-25

усилителя, так и в гнезда на проекторе; надёжно заземлить усилитель и после этого включить колодку питания. Перед включением автотрансформатора в сеть необходимо поставить его рукоятку переключателя секций на минимум. После этого включить вилку шнура в штепсельную розетку сети, доведя показания вольтметра на автотрансформаторе до 110 V.

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ УСИЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ПУ-13: 1) не вполне удовлетворительные частотные характеристики комплекта ПУ-13, вызванные дефектами характеристики громкоговорителя ДАТ-4; 2) большой уровень помех, вызываемый лампой просвечивания, питаемой непосредственно переменным током; 3) отсутствие предохранителя в первичной цепи силового трансформатора²⁾; 4) наличие легкого свинчивающейся клеммы «земля»; 5) отсутствие контрольного телефона и выключателя звукового конца громкоговорителя; 6) низкое качество громкоговорителя ДАТ-4.

¹⁾ Переменное напряжение на сетках ламп дано для получения на выходе усилителя номинальной мощности 6 W.

²⁾ Относится к ПУ-13, выпущенным до 1941 г.

ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА

ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

Громкоговорители («динамики») являются неотъемлемой частью комплекта усилительной аппаратуры, с которой они связаны схемой, электрическими и электроакустическими данными.

Рассмотрение усилительной аппаратуры без учёта данных громкоговорителей было бы не полным. Данная книга даёт лишь весьма ограниченный материал; более подробные данные и свойства громкоговорителей приведены в специальной литературе.

Напомним роль громкоговорителя при воспроизведении:

1. Основное назначение громкоговорителя — преобразовать электрическую энергию в акустическую. Это преобразование должно происходить с наименьшими потерями, т. е. соотношение между акустической мощностью, излученной громкоговорителем, и подводимой мощностью должно быть наибольшим.

Удобнее всего было бы судить о качестве громкоговорителя с точки зрения преобразования электрической энергии в акустическую по его коэффициенту полезного действия, который как раз и представляет собой отношение полезной мощности (в данном случае — излученной) к затрачиваемой (в данном случае — подводимой). Однако измерить излученную мощность довольно сложно (существующие способы либо очень громоздки, либо не обеспечивают надёжности измерений). Поэтому в качестве косвенного показателя величины к. п. д. используется понятие чувствительности громкоговорителя.

Чувствительность громкоговорителя определяет собой акустическое давление, создаваемое громкоговорителем при подведении к его зажимам определённого напряжения, величина которого зависит от сопротивления звуковой катушки.

Численно единица чувствительности определяется из формулы

$$n = p \sqrt{z} / U \quad (42)$$

где n — единица чувствительности, p — звуковое давление в барах на расстоянии одного метра, z — импеданс в омах (сопротивление звуковой катушки в омах), U — напряжение в вольтах на звуковой катушке громкоговорителя.

Очень часто чувствительность громкоговорителя численно определяют как давление, создаваемое громкоговорителем при подведении к его зажимам одного вольта, и выражают в барах на вольт. Однако последнее определение не полно характеризует свойства громкоговорителя, а поэтому применяется всё реже и реже.

Для перехода от бар/вольт к чувствительности, выраженной по формуле (42), может быть применено следующее выражение

$$P = \frac{n}{\sqrt{z}}, \quad (43)$$

$$P = \frac{p}{U}$$

Так, например, если дано: а) чувствительность громкоговорителя $n = 8$ единиц; б) сопротивление звуковой катушки $z = 10 \text{ } \Omega$, определить чувствительность в бар/вольт.

$$P = \frac{n}{\sqrt{z}} = \frac{8}{\sqrt{10}} \cong 2,5 \text{ бар/вольт.}$$

2. С другой стороны, громкоговоритель (как и усилитель или фотоэлемент) должен отвечать совершенно определенным требованиям в отношении своей частотной характеристики и величины нелинейных искажений. Громкоговоритель должен пропускать определенную полосу частот, в пределах которой изменение его чувствительности не превышает установленной нормы. Изменения чувствительности громкоговорителей допускаются довольно значительные, что в основном определяется общим типом характеристики — отдельные провалы и пики захватывают узкую полосу частот (см., например, рис. 341) и, следовательно, не могут вызвать существенных искажений.

Что касается величины клирфактора, допустимого для того или иного типа громкоговорителя, то в связи с отсутствием вполне установившейся методики измерения автор не считает возможным затрагивать этот вопрос.

Специфическим свойством громкоговорителя является направленность излучения, которая определяет собой соотношение между прямыми звуковыми волнами, излученными громкоговорителем, и волнами, отраженными от стен. Учитывая желательность преобладания прямых волн, необходимо обеспечить громкоговорителю определенную направленность, как можно меньше зависящую от частоты.

(Поллярные характеристики из-за отсутствия таковых на заводах-изготовителях автором не приводятся.)

3. Для безаварийной работы громкоговоритель должен обладать достаточным запасом механической прочности с тем, чтобы мгновенные значительные перегрузки, всегда имеющие место в эксплуатации, не выводили его из строя.

Учитывая это обстоятельство, громкоговорители при выпуске с завода испытываются не только при номинальной мощности, но также и при перегрузке. Обычно испытания ведутся при полутростной (150%) и двойной (200%) перегрузке.

Первое испытание производится в течение нескольких минут, второе — кратко-временно.

4. Для безаварийной работы громкоговоритель должен быть нечувствителен к изменению температуры и влажности окружающей среды в известных пределах ($30^{\circ}\text{C} + 65^{\circ}\text{C}$).

Здесь уместно отметить некоторые моменты, связанные с теми требованиями, которые приведены выше.

Так, например, громкоговоритель типа ГЭДД-3, имея лучшие электроакустические качества, чем громкоговоритель типа РДБ, казалось бы, должен был получить всеобщее признание и преимущественное распространение. Но, как показала практика, киномеханики предпочитают пользоваться худшими громкоговорителями типа РДБ лишь потому, что последние в условиях эксплуатации оказались в отношении механической прочности более надежными, чем громкоговоритель типа ГЭДД-3.

В качестве второго примера можно указать на громкоговорители типа ГДД-8, которые в некоторых экземплярах не отвечают требованию § 1, т. е. даже при номинальной мощности выходят из строя из-за обрыва концов звуковой катушки. Следовательно, говорить о какой-либо длительной перегрузке в 150% явно не приходится.

ДИФFUЗОРНЫЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ ТИПА ГДД-8 (рис. 315). Применяется в комплексах усиленной аппаратуры стационарного типа (например, в комплекте УСУ-3 применяются два громкоговорителя типа ГДД-8).

Шифр ГДД-8 обозначает — громкоговоритель динамический, диффузорный, мощностью в 8 W.

Разработан и изготовлялся этот тип громкоговорителя ленинградским заводом киноаппаратуры (Ленкинап).

Электроакустические и прочие данные ГДД-8

Номинальная мощность	8 W
Чувствительность	8 единиц
Воспроизводимая полоса частот	50—9000 Hz $\pm$ 6 db
Допустимая мгновенная перегрузка	250%
Допустимая длительная перегрузка	150%
Форма магнитной цепи	стакан
Вес без упаковки	4,4 кг

Диффузор громкоговорителя цельнолитой вместе с гофрой. Форма диффузора — криволинейная, обеспечивающая отсутствие дребезжания диффузора. Центрирующая шайба сделана из бакелизированной редкой материи (серпянка $\neq 0,35$) и имеет концентрически гофрированную поверхность. Центрирующая шайба, обладая большой податливостью в направлении движения диффузора (позволяет допускать большие амплитуды), в то же время обладает достаточной жесткостью в направлении радиуса шайбы.



Шайба имеет отогнутый край-воротничок; приклеивается к диффузору нитролаком.

Звуковая катушка ГДД-8 имеет сопротивление постоянному току 10Ω (допуск $\pm 1 \Omega$) и рассчитана на подводимое напряжение звуковой частоты 9 В.

В случае применения нескольких громкоговорителей (например, в комплекте УСУ-3 см. схему на стр. 164, рис. 222) производят комбинированное включение. Звуковая катушка ГДД-8 намотана медным проводом ПЭ $\varnothing 0,16$ мм, имеет 89 витков, уложенных в два слоя. Звуковая катушка покрывается и приклеивается к диффузору нитролаком. В качестве материала для основания звуковой катушки применен пергамент толщиной 0,1 мм. Звуковая катушка громкоговорителя ГДД-8 в зазоре центрируется одним из способов, описанных на стр. 291.

В связи с тем, что зазор снаружи не защищен, в него возможно попадание пыли и

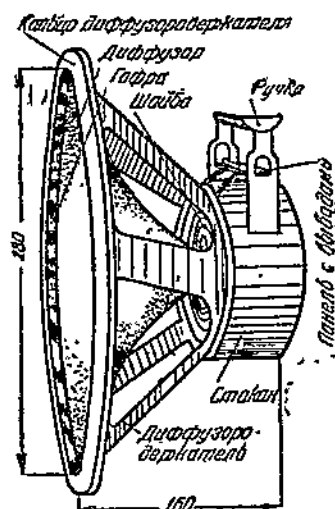


Рис. 315. Громкоговоритель ГДД-8

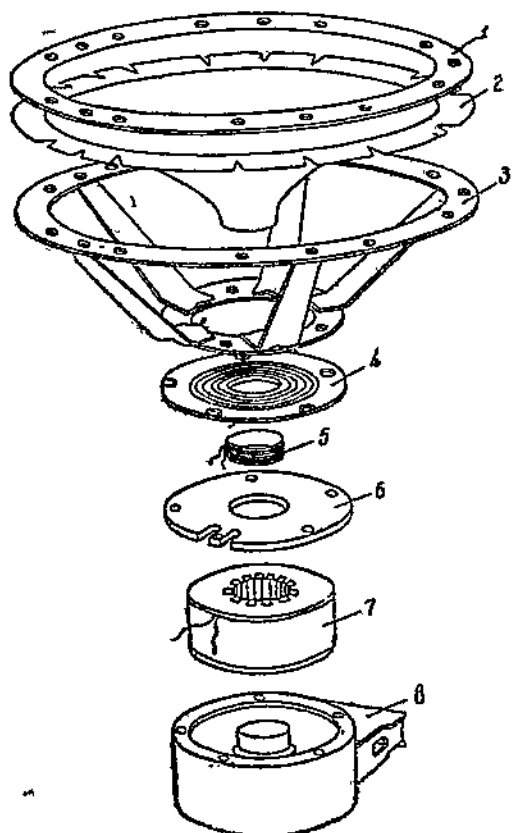


Рис. 316. Громкоговоритель ГДД-8 в разобранном виде

1 — кольцо диффузордержателя, 2 — диффузор, 3 — диффузордержатель, 4 — центрирующая шайба, 5 — звуковая катушка, 6 — фланец, 7 — катушка возбуждения, 8 — масляная система (стакан, палец)

металлических опилок, которые при работе громкоговорителя могут вызвать дребезжание. Поэтому нужно следить, чтобы в зазоре не было посторонних предметов, удаляя их, если они туда попадут.

К недостатку громкоговорителя ГДД-8 необходимо отнести частые обрывы концов звуковой катушки в месте пайки, выводных кончиков провода ПЭ и мишуры.

Обмотка возбуждения громкоговорителя ГДД-8 рассчитана на напряжение 25 В при мощности в 17 Вт. Сопротивление обмотки постоянному току — $36,76 \Omega$. Обмотка возбуждения намотана проводом ПЭ $\varnothing 0,55$ мм и имеет 2500 витков.

Громкоговоритель ГДД-8 используется также в качестве головки низкочастотного звена (ГДК-1 и ГДК-2) и в качестве широкополосного (РШД-1 и РШД-2).

Основные недостатки громкоговорителя ГДД-8: 1) частые обрывы концов звуковой катушки в месте пайки мишуры и провода ПЭ звуковой катушки; 2) сползание витков звуковой катушки из-за ненадежного крепления; 3) перекос звуковой катушки в зазоре: катушка принимает вместо правильной формы окружности форму

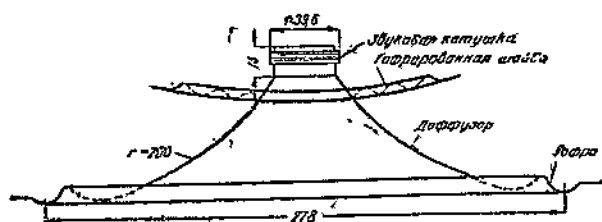


Рис. 317. Подвижная система громкоговорителя ГДД-8

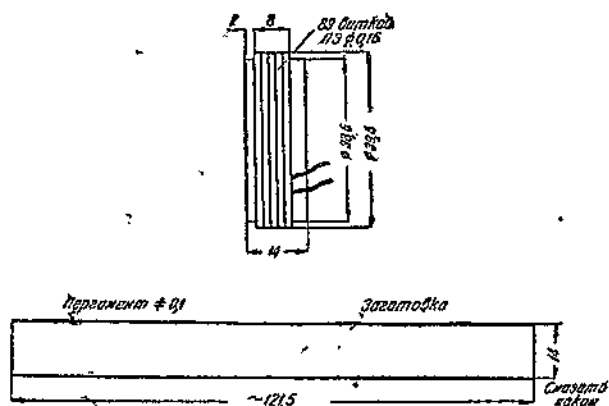


Рис. 318. Звуковая катушка и её детали громкоговорителя ГДД-8

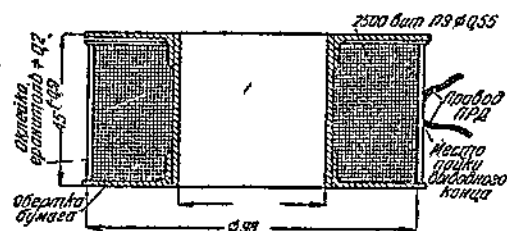


Рис. 319. Катушка возбуждения ГДД-8

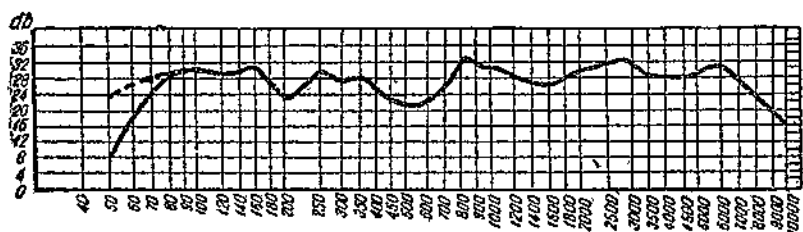


Рис. 320. Частотная характеристика громкоговорителя ГДД-8

эллипса; 4) неграбильное крепление митурных концов звуковой катушки, в результате чего появляется дребезжание; 5) частое попадание в зазор посторонних предметов (металлические опилки, пыль и т. д.), в результате работа громкоговорителя сопровождается дребезжанием.

Глядя на отмеченные недостатки, громкоговоритель ГДД-8 можно признать одним из лучших громкоговорителей, выпускаемых нашей промышленностью (данные на 1 июля 1939 г.).

ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ ТИПА ГЭДД-3 (рис. 321). Применяется в комплектах усилительной аппаратуры стационарного типа (например, в комплекте УСУ-9 применяются четыре громкоговорителя типа ГЭДД-3).

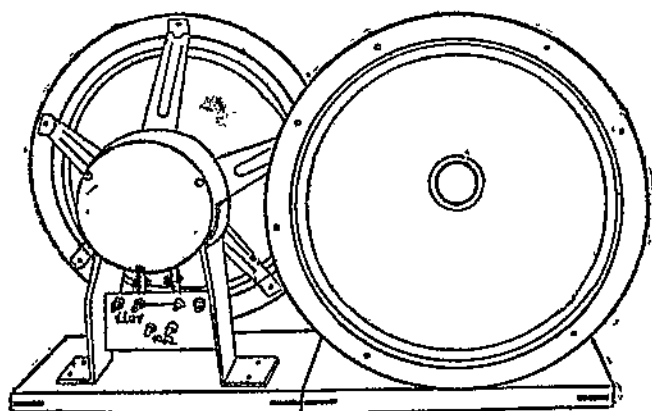


Рис. 321. Громкоговорители типа ГЭДД-3 (вид с обратной стороны и спереди)

Шифр ГЭДД-3 обозначает — громкоговоритель электродинамический, диффузорный, 3-ваттный.

Разработан и изготовлялся ленинградским заводом киноаппаратуры (Ленинград).

Электроакустические и прочие данные

Номинальная мощность	3—5 W
Чувствительность	8 единиц
Воспроизводимая полоса частот . .	80—6 000 Hz
Допустимая мгновенная перегрузка	до 200%
Допустимая длительная перегрузка	до 150%
Форма магнитной цепи	стакан
Вес без упаковки	7 кг

Диффузор громкоговорителя—конической формы со швом. К диффузору приклеена бумажная гофра. Центрирующая шайба — наружная, сделана из прессшпана $\pm 0,7$ мм; крепится в двух точках. Шайба прикреплена к звуковой катушке с помощью цапонаплака.

Звуковая катушка ГЭДД-3 имеет сопротивление постоянному току 10 Ω (допуск $\pm 1 \Omega$) и рассчитана на напряжение 5,5 V.

В случае применения нескольких громкоговорителей (например, в комплекте УСУ-9) производят комбинированное включение (см. схему на стр. 143, рис. 199). Звуковая катушка ГЭДД-3 намотана проводом ПЭ $\varnothing 0,16$ мм и имеет 86 витков, уложенных в четыре слоя (рис. 322). Звуковая катушка покрывается и приклеивается к диффузору цапонаплаком.

Обмотка возбуждения громкоговорителя, ГЭДД-3 рассчитывается нормально на напряжение 2×60 V при потребляемой мощности на возбуждение 14 W. Некоторые громкоговорители ГЭДД-3 выпускались по специальному заказу на напряжения возбуждения в 12, 120 или 240 V. Обычно у клемм (рис. 321) указывается напряжение возбуждения; в зависимости от этого их и включают тем или иным способом.

Например, в комплекте УСУ-9 обмотки возбуждения четырех громкоговорителей включаются по смешанной схеме (рис. 199 на стр. 143), т. е. последовательно параллельно.

Обмотка возбуждения ГЭДД-3 состоит из двух катушек, намотанных проводом ПЭ Ø 0,25. Одна катушка имеет 7800 витков (её сопротивление 525Ω), а другая, намотанная поверх первой, имеет 5200 витков (сопротивление 525Ω). Выводные концы ПРГН Ø 0,5; $l = 200$ мм — 4 шт.

Катушка пропитывается изоляционным лаком. Через каждые 5 слоёв прокладывается папиросная бумага; изоляция между катушками — полоса из прессшпана. Общее сопротивление обмотки возбуждения постоянному току (при последовательном включении катушек, т. е. на 120 В) 1050 Ω.

В случае выхода из строя обмотки возбуждения одного из нескольких громкоговорителей, таковая может быть заменена эквивалентным сопротивлением (например,

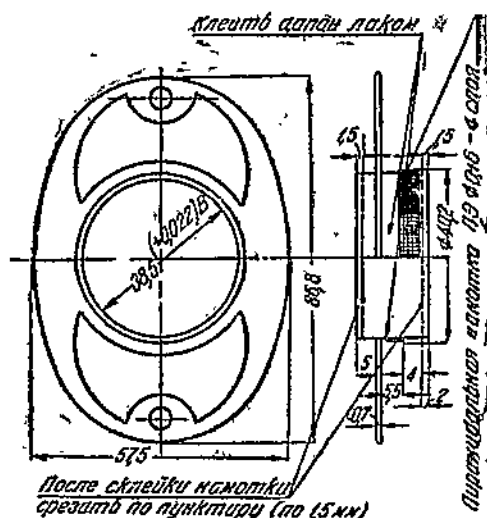


Рис. 322. Устройство звуковой катушки и центрирующей шайбы громкоговорителя ГЭДД-3

Пирамидальная намотка ПЭ Ø 0,16

имеет 4 слоя:

1 — 23 витка;

2 — 22 витка;

3 — 21 виток;

4 — 20 витков

Всего 86 витков

Примечание. Намотку покрыть цапонлаком

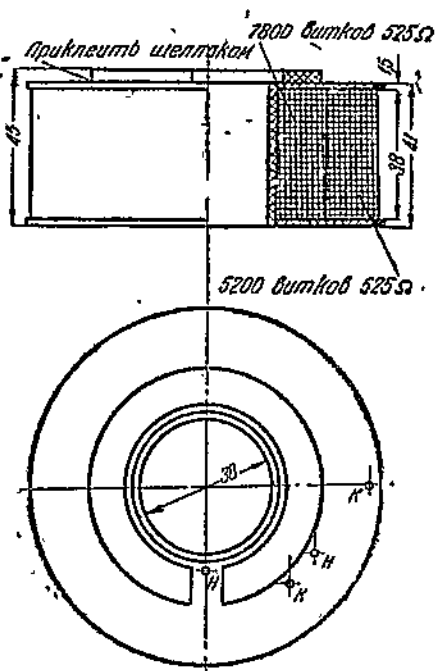


Рис. 323. Устройство обмотки возбуждения громкоговорителя ГЭДД-3

лампами накалывания по 25 W 120 В, включённых последовательно). Это делается для того, чтобы не нарушать нормального режима остальных громкоговорителей. Аварии громкоговорителя ГЭДД-3 приведены на стр. 289.

Основные недостатки громкоговорителя ГЭДД-3: 1) частые обрывы концов звуковой катушки в месте пайки (место, где к проводу ПЭ звуковой катушки припаяются на центрирующей шайбе минишные выводные концы); 2) отклеивание центрирующей шайбы в месте её крепления к диффузору и — как следствие — появление дребезжания; 3) отклеивание бумажной гофры от диффузора и появление дребезжания; 4) перекос звуковой катушки в зазоре из-за неправильной формы и неудобства крепления центрирующей шайбы; звуковая катушка вместо правильной формы окружности принимает эллиптическую форму, в результате чего отцентрировать звуковую катушку в зазоре не представляется возможным, и громкоговоритель начинает дребезжать; 5) неудобство затяжки гаек центрирующей шайбы, следствием чего является плохая центровка катушки (её перекос) и частая порча диффузора (диффузор протыкают ключом, в результате чего он начинает дребезжать); 6) палец магнитной системы покрывается коррозией (ржавеет); громкоговоритель или совсем перестаёт работать (звуковую катушку невозможно вынуть из зазора), или работает с дребезжанием; 7) расклеивается шов диффузора.

В электроакустическом отношении громкоговоритель ГЭДД-3 можно считать более или менее удовлетворительным.

ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ ТИПА РДБ (рис. 324). Применялся (снят с производства в 1935 г.) в комплексах электроакустической аппаратуры стационарного типа.

Разработан заводом им. Кулакова. Изготавливался на заводах: им. Кулакова (Ленинград), опытном заводе киноаппаратуры (Москва) и одесском «Кинап».

Электроакустические и прочие данные

Номинальная мощность	3 W
Чувствительность	около 6,5 единиц
Воспроизводимая полоса частот	100—5500 Hz
Допустимая мгновенная перегрузка	до 200%
Допустимая длительная перегрузка	до 150%
Форма магнитной цепи	стакан
Вес без упаковки	13,5 кг

Диффузор громкоговорителя со швом. К диффузору киноклеем приклеена замша; с помощью которой диффузор закрепляется на диффузородержателе.

Центрировка звуковой катушки осуществляется с помощью трёх суровых нитей, расположенных под углом 120° по отношению друг к другу. Натяжка нитей осуществляется с помощью специальных пластинчатых пружин.

Центрировка может быть осуществлена способом, указанным на стр. 291.

Звуковая катушка РДБ включается к соответствующим клеммам выхода усилителя. Сопротивление этой катушки постоянному току — 10 Ω (допуск $\pm 1 \Omega$). Звуковая катушка намотана проводом ПЭ 0,18 мм и имеет 118 витков. Напряжение звуковой частоты, подводимое к звуковой катушке, около 5,5 V при частоте 1000 Hz.

Обмотка возбуждения РДБ намотана проводом $\varnothing 0,35$ мм и имеет 15200 витков, разбитых на две секции (рис. 325). Сопротивление обмотки возбуждения—640 Ω . Напряжение— 2×60 V; мощность — 25 W.

Основные недостатки громкоговорителя РДБ: 1) плохие электроакустические качества; 2) отклеивание замшевой гофры по окружности диффузора и—как следствие — появление дребезжания; 3) расклеивается шов диффузора; 4) трудности, связанные с центрировкой, из-за вытягивания центрирующих нитей; 5) частая расцентровка громкоговорителя из-за вытягивания центрирующих нитей (нити, не будучи влагоупорными, подвержены действию влаги); 6) палец магнитной системы покрывается коррозией.

Сравнивая громкоговоритель РДБ с ГЭДД-3, нужно отметить, что он в механическом отношении более прочен, чем ГЭДД-3. Допускает значительные перегрузки, не разрушаясь.

ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ ТИПА ДАТ-4 (рис. 327). Применяется в комплектах усилительной аппаратуры передвижного типа (например в ПУ-9; ПУ-10; ПУ-12 и ПУ-13). Шифр ДАТ-4 обозначает — динамик американского типа, четвёртая модель.

Электроакустические и прочие данные

Номинальная мощность	6 W
Чувствительность	около 5,5 единиц
Воспроизводимая полоса частот	70—6000 Hz ± 6 db
Допустимая длительная перегрузка	150%
Форма магнитной цепи	скоба
Вес без упаковки	2,7 кг

Разработан и изготавливался этот тип громкоговорителя заводом Ленкинап.

Диффузор громкоговорителя целлюлозной вместе с гофрой. Форма диффузора — криволинейная, обеспечивающая отсутствие дребезжания диффузора. В целях борьбы с дребезжанием в основании диффузора в месте его склейки со звуковой катушкой имеется специальный бумажный конус. Кроме того, этот конус предохраняет зазор (между керном и фланцем) от попадания в него пыли и металлических опилок, что

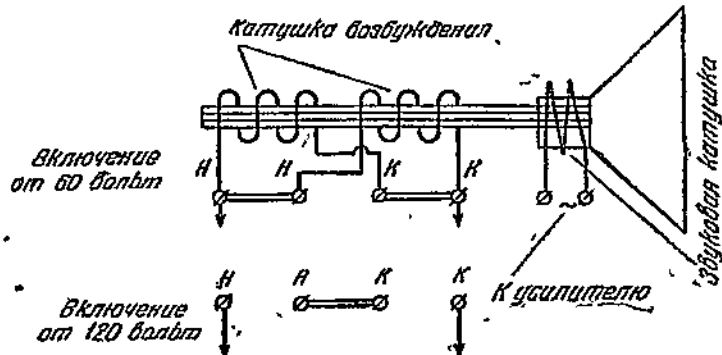


Рис. 325. Включение громкоговорителя РДБ

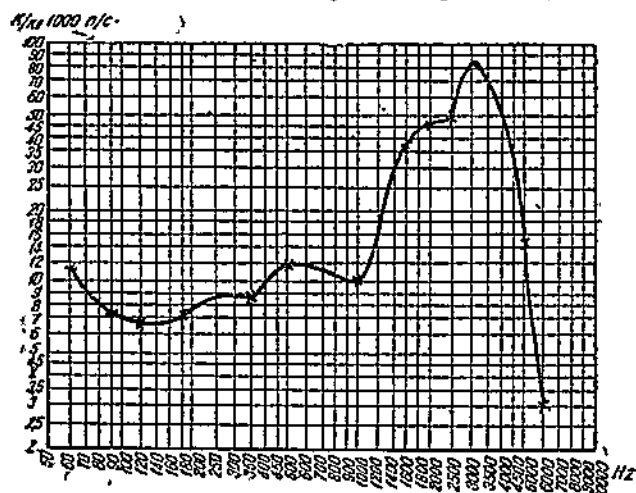


Рис. 326. Частотная характеристика громкоговорителя РДБ

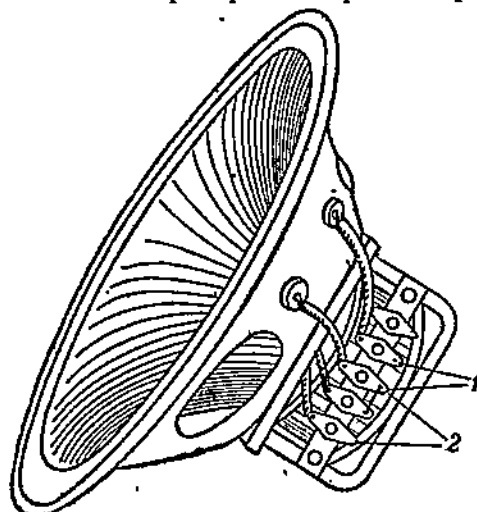


Рис. 327. Общий вид громкоговорителя типа ДАТ-4
1 — концы звуковой катушки; 2 — концы обмотки возбуждения

привело бы к дребезжанию при работе громкоговорителя. Диффузор ДАТ-4 имеет диаметр в 210 мм. Центрирующая шайба сделана из бакелизированной редкой материи. Её форма и размеры вполне аналогичны шайбе громкоговорителя ГДЦ-8.

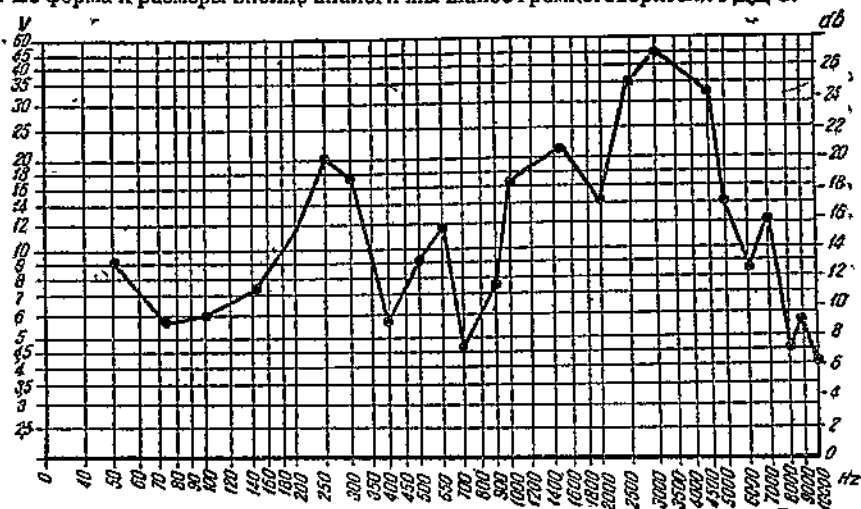


Рис. 328. Частотная характеристика ДАТ-4

Звуковая катушка ДАТ-4 бывает рассчитана на сопротивление постоянному току или в 6 Ω (допуск $\pm 0,5 \Omega$) или в 12 Ω (допуск $\pm 0,5 \Omega$).

Звуковая катушка, имеющая 12 Ω , намотана медным проводом марки ПЭ $\varnothing 0,16$, число витков 146, уложенных в 4 слоя:

1-й слой — 38 витков, 2-й слой — 37 витков, 3-й слой — 36 витков, 4-й слой — 35 витков.

Звуковая катушка покрывается и приклеивается к диффузору нитролаком. В качестве материала для основания звуковой катушки применён пергамент толщиной 0,1 мм.

В связи с тем, что зазор громкоговорителя закрыт конусом, использовать обычный способ центровки, применяя для этого кусок киноплёнки, который вставляют в зазор, — нельзя. Вообще громкоговоритель центруется на заводе, но в случае его расцентровки таковой может быть отцентрован на месте, для чего отпускаются специальные винты, крепящие диффузородержатель вместе с подвижной системой к фланцу скобы громкоговорителя. Дав возбуждение и подводя к звуковой катушке переменное напряжение 50 периодов малого напряжения (порядка 2 В), перемещают диффузородержатель в горизонтальном положении до тех пор, пока не будет уничтожено касание звуковой катушки керна или фланца. Нужно заметить, что указанный способ весьма кропотлив и требует от экспериментатора большого терпения и значительных навыков. Достигнув хорошей центровки, затягивают винты.

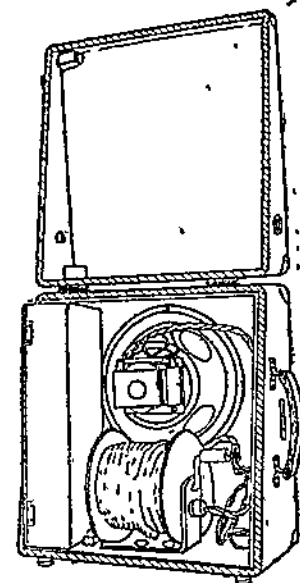


Рис. 329. Громкоговоритель ДАТ-4 в чемодане ДЧ-1

Обмотка возбуждения громкоговорителя ДАТ-4 рассчитана на напряжение в 72 В при мощности около 10 Вт.

Обмотка возбуждения имеет сопротивление: а) в холодном состоянии — 400 Ω ; б) в нагретом состоянии после часа работы — 480 Ω .

Обмотка возбуждения намотана проводом марки ПЭ $\varnothing 0,25 \pm 0,31$ мм и имеет 6200 $\pm$ 2250 витков¹⁾. К особенностям конструкции магнитной системы следует отнести

¹⁾ а) Секции обмотки возбуждения включены последовательно.

б) Увеличение числа витков обмотки возбуждения допускается, в то время как уменьшение числа витков (ниже 8450) не допускается.

в) В случае наличия провода марки ПЭ $\varnothing 0,27$ обмотка возбуждения может быть намотана этим проводом и должна иметь 8450 витков.

г) Вес меди, идущей на обмотку возбуждения, 0,7 кг.

жёсткое крепление фланца к скобе с помощью электросварки. В результате этого на местах разобрать магнитную систему не представляется возможным. В случае порчи обмотки возбуждения её перемотка весьма сложна, и ремонт может быть произведён в специальной хорошо оборудованной мастерской.

Концы как от звуковой катушки, так и от обмотки возбуждения выведены к лепсткам расщепочной планки (рис. 327). К лепесткам припаиваются концы шнура громкоговорителя (трёхжильный шнур). Шнур громкоговорителя ДАТ-4 сматывается или на специальную катушку (как, например, в ПУ-12), или в виде кольца, закрепляемого с помощью ремней, прикреплённых внутри чемодана. Конец шнура громкоговорителя оканчивается специальной переходной четырёхжильной колодкой.

Громкоговоритель монтируется в специальном чемодане (ДЧ-1). Отверстие (в чемодане), за которым укреплён громкоговоритель, закрывается специальной крышкой.

Недостатки громкоговорителя ДАТ-4: 1) частая расцентровка говорителя; 2) частые обрывы концов звуковой катушки в месте пайки мишурного конца и провода ПЭ звуковой катушки; 3) перекося звуковой катушки в зазоре; катушка принимает вместо правильной формы окружности форму эллипса; 4) сложность центрировки; 5) малая механическая прочность.

ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ ТИПА ГДД-12. Является модернизацией громкоговорителя типа ДАТ-4, предназначена для комплектования усилительной аппаратуры передвижного типа. Шифр ГДД-12 обозначает — громкоговоритель динамический, диффузорный, двенадцатая модель.

Этот тип громкоговорителя разработан Ленкиным.

Электроакустические и прочие данные

Номинальная мощность	6 W
Чувствительность	около 15 единиц
Воспроизводимая полоса частот	50—6000 Hz ± 6 db
Допустимая мгновенная перегрузка	до 25 W
Допустимая длительная перегрузка	до 15 W
Форма магнитной цепи	скоба
Вес без упаковки	около 2 кг

Диффузор громкоговорителя цельнолитой вместе с гофрой. Форма диффузора — криволинейная. В целях борьбы с дребезжанием в основании диффузора в месте его

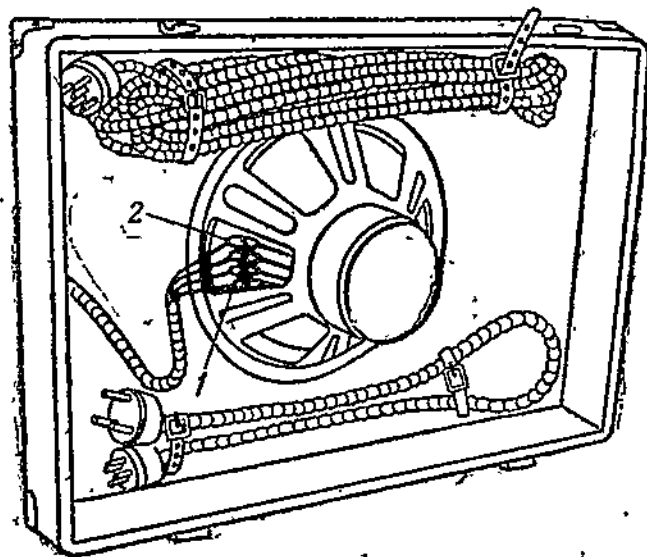


Рис. 330. Общий вид громкоговорителя ГДД-2,5:

1 — звуковые концы; 2 — концы обмотки возбуждения

склеивается со звуковой катушкой вклеен специальный конус из ацетиленолозы (вклеивается после окончательной сборки и центрировки на заводе). Центрирующая шайба сделана из текстолита и имеет фигурную форму. Крепится в двух точках.

Звуковая катушка ГДД-12 рассчитана на сопротивление постоянному току в $110 \pm 0,5 \Omega$ и намотана медным проводом марки ПЭ0,16 (провод покрыт целлулоидным лаком). Число витков 158, уложенных в 4 слоя: 1-й слой — 41 виток; 2-й слой — 40 витков; 3-й слой — 39 витков; 4-й слой — 38 витков.

Обмотка возбуждения ГДД-12 рассчитана на напряжение в 72 В при мощности около 10 Вт.

Обмотка возбуждения имеет сопротивление: а) в холодном состоянии — 400 Ω ; б) в нагретом состоянии после часа работы — 480 Ω .

Обмотка возбуждения намотана проводом ПЭ $\varnothing 0,25 \pm 0,31$ мм и имеет 6200 $\pm$ 2250 витков. Секции обмотки возбуждения включены последовательно.

ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ ТИПА ГЭДД-2,5. Применяется в передвижных усилительных устройствах типа ПУ4-3 и ПУ5-3, изготовленных ленинградским заводом киноаппаратуры. Шифр ГЭДД-2,5 обозначает — громкоговоритель электродинамический, диффузорный, мощностью 2,5 Вт.

Электроакустические и прочие данные

Номинальная мощность	2,5 Вт
Средняя чувствительность	6 единиц (1,9 бар/В)
Воспроизводимая полоса частот . .	80—6000 Hz ± 6 db
Форма магнитной цепи	стакан
Вес без упаковки	около 3 кг
Габариты — диаметр диффузора . .	240 мм
Высота диффузородержателя и стакана	120 мм

Диффузор громкоговорителя со швом. К диффузору приклеена бумажная гофра. Форма центрирующей шайбы и габариты её, а также звуковой катушки приведены на рис. 331.

Центрирующая шайба — наружная; сделана из прессплана; крепится в трёх точках. Шайба приклеивается к звуковой катушке с помощью цапонлака;

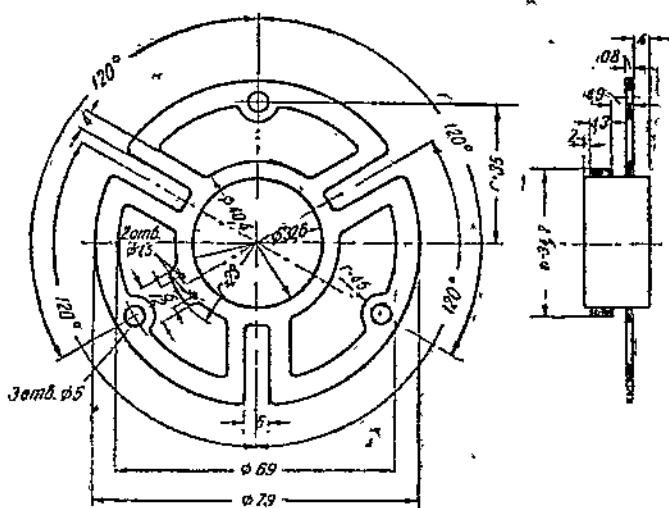


Рис. 331. Центрирующая шайба громкоговорителя ГЭДД-2,5 и его звуковая катушка

Звуковая катушка ГЭДД-2,5 имеет сопротивление постоянному току 10 Ω (допуск $\pm 1 \Omega$) и включается в гнезда выходного трансформатора усилительного устройства. Звуковая катушка ГЭДД-2,5 намотана проводом ПЭ0,15 мм и имеет 98 витков.

Центрировка звуковой катушки в зазоре описана на стр. 291.

Обмотка возбуждения громкоговорителя ГЭДД-2,5 включается как дроссель фильтра выпрямительного устройства.

Падение напряжения на обмотке возбуждения — 125 В. Мощность возбуждения — 10 Вт.

Обмотка возбуждения ГЭДД-2,5 состоит из двух катушек. Первая, внутренняя, намотана проводом ПЭ0,2 мм и имеет 11000 витков; вторая намотана проводом

ПЭ00,25 и имеет 2100 витков. Катушки включены между собой последовательно. Сопротивление постоянному току — $1400 \pm 50 \Omega$.

Аварии громкоговорителя ГЭДД-2,5 приведены на стр. 289.

Недостатки громкоговорителя ГЭДД-2,5: 1) частые обрывы концов звуковой катушки в месте пайки (см. стр. 349, рис. 413); 2) отклеивание центрирующей шайбы в месте её крепления к диффузору и — как следствие — появление дребезжания; 3) отклеивание бумажной гофры (в первых выпусках) от диффузора и чаще от диффузородержателя; 4) расклеивается шов диффузора (в первых выпусках громкоговорителей); 5) частая порча диффузора болтом крышки, закрывающей громкоговоритель при транспортировке и в связи с этим последующее его дребезжание; 6) у цельнолитого диффузора (в последующих выпусках громкоговорителей) рвётся гофра; 7) неудобство закрепления гаек затягивающих центрирующую шайбу.

В электроакустическом отношении громкоговоритель ГЭДД-2,5 вполне удовлетворителен.

Здесь вполне уместно обратить внимание на частые аварии из-за «барашков», появляющихся со временем на шнуре громкоговорителя (пробой шнура и его обрыв).

ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ ТИПА ДК-25. Применяется в комплекте передвижного усилительного устройства типа УК-25. Разработан Центральной радиолабораторией. Изготавливался на Горьковском телефонном заводе им. Ленина.

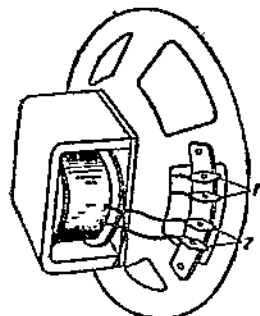


Рис. 333. Громкоговоритель ДК-25:

1 — концы звуковой катушки;
2 — концы обмотки возбуждения

Электроакустические и прочие данные

Номинальная мощность 3 W
Воспроизводимая полоса частот . . . 50—7000 Hz
Форма магнитной цепи скоба

Звуковая катушка ДК-25 имеет сопротивление постоянному току 10Ω (допуск $\pm 1 \Omega$) и включается в гнезда выходного трансформатора усилительного устройства (см. схему УК-25 на рис. 271). Звуковая катушка ДК-25 намотана проводом ПЭ00,18 мм и имеет 134 витка.

Обмотка возбуждения ДК-25 включена как дроссель фильтра.

Мощность возбуждения — 10 W. Падение напряжения на обмотке возбуждения — 118 V. Обмотка возбуждения ДК-25 мотается проводом ПЭ00,15 мм и имеет 30 000 витков. Сопротивление постоянному току $1360 \Omega \pm 5\%$.

ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ ТИПА ДКМ-25. Применяется в комплекте передвижного усилительного устройства типа УКМ-25. Изготавливался на горьковском телефонном заводе им. Ленина.

Электроакустические и иные данные

Номинальная мощность 3 W
Чувствительность 10 бар/V
Воспроизводимая полоса частот . . . 80—6000 Hz ± 10 db
Клирфактор на частоте 100 Hz 5%
Клирфактор на частоте 1000 Hz 1,5%
Форма магнитной цепи скоба

Звуковая катушка

Сопротивление постоянному току $10 \Omega \pm 10\%$
Провод марки ПЭ
Сечение 0,16
Число витков 141
Намотка в 4 слоя: 37+36+35+33 витка

Обмотка возбуждения

Мощность, потребляемая на возбуждение . . .	10W $\pm$ 10%
Напряжение	120 V
Провод марки	ПЭ
Сечение	0,2
Число витков	16150
Обмотка включена, как дроссель фильтра (см. рис. 282, стр. 234)	
Сопротивление	1300 Ω $\pm$ 5%

Примечание. Через каждые 3000 витков—слой конденсаторной бумаги; индукция в зазоре—8300 максвелл.

КОНТРОЛЬНЫЙ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ. Служит для того, чтобы следить за качеством звуковоспроизведения в аппаратуре. В связи с тем, что до последнего времени в комплект электроакустической аппаратуры контрольный громкоговоритель не входил, киномеханики часто применяли громкоговоритель с постоянным магнитом типа Д-1.

Для этого они, отпаяв трансформатор, который размещен на самом громкоговори- теле, подают напряжение звуковой частоты от клемм усилителя (клеммы 0 и 5) непосредственно на звуковую катушку громкоговорителя. При этом механики обнаружи- вают, что основные громкоговорители в зале работают с заметными искажениями,

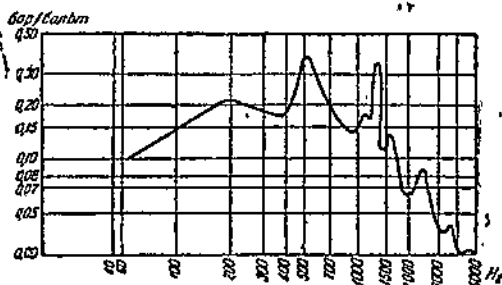


Рис. 334. Частотная характеристика «Рекорд»

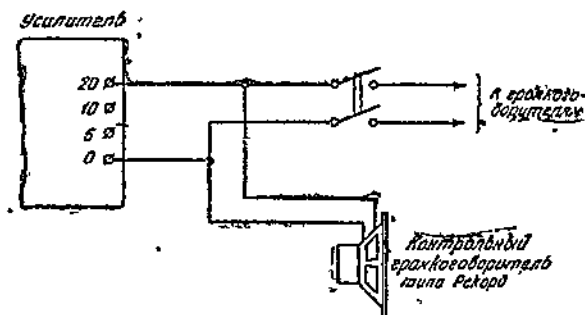


Рис. 335. Схема включения контрольного громкоговорителя к клеммам усилителя

ком включении (рис. 335) «Рекорд» работает почти с полной громкостью.

Контрольный громкоговоритель устанавливают или в специальном ящике, или монтируют на отражательном щите и располагают таким образом, чтобы он не воздействовал (своими звуковыми колебаниями) на лампу фотокаскада и лампу первого каскада усилителя. Иначе может возникнуть так называемый микрофонный эффект (характерный вой, проходящий в результате воздействия звуковых колебаний на электронные лампы первых каскадов усиления; колебания вызывают периодическое смещение электродов ламп, что связано с периодическим же изменением ее параметров, а это в свою очередь вызывает периодическое изменение тока лампы, проявляющееся внешне в виде воя).

Если нет низкоомного «Рекорда», может быть применен низкоомный электромагнитный громкоговоритель типа «Красная заря», имеющий аналогичные «Рекорду» дан- ные, который включается также в клеммы усилителя 0 — 20.

что объясняется большой пе- регрузкой усилителя. Поэтому рекомендовать при- менение электро- динамических гром- коговорителей с ма- лым сопротивле- нием не приходится.

В качестве контрольного громкоговорителя можно ре- комендовать электромагнитный громкоговоритель типа «Ре- корд», но при этом нужно учесть, что данный тип громко- говорителя изготовляется в двух вариантах — высокоом- ный (2500 Ω) для включения в радиоприемники и низкоомный (~700 Ω) для включения в трансляционную сеть. Для на- ших целей наиболее пригоден «Рекорд» низкоомный, который рассчитан на подводимое к его клеммам переменное напряже- ние звуковой частоты в 17 — 19 V; при этом он потребляет мощность в 0,012 — 0,015 VA.

«Рекорд» необходимо под- ключать к клеммам усилителя 0 — 20, где напряжение зву- ковой частоты составляет от 14 V и выше в зависимости от мощности усилителя. При та- ком

Включение высокоомных громкоговорителей не рекомендуется, так как они будут работать весьма не громко и их работу будет заглушать шум проектора.

ГОЛОВКИ РУПОРНЫХ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ

ГОЛОВКА ГРОМКОГОВОРИТЕЛЯ ТИПА ГДВ-2 (1А1) (рис. 336). Применяется в комплекте с той или иной формы рупором в стационарных кинотеатрах. Применяется в новых типах усилительной аппаратуры (УСУ-5 и УСУ-8). Разработан и изготовлялся заводом Ленкинап.

Шифр ГДВ-2 (1А1) обозначает — громкоговоритель динамический высокочастотный, вторая модель.

Электроакустические и прочие данные

Номинальная мощность	10 W
Чувствительность	около 10 единиц
Воспроизводимая полоса частот	200—9000 Hz ± 8 db
Допустимая мгновенная перегрузка	200%
Допустимая длительная перегрузка	120%
Форма магнитной системы	скоба
Вес без упаковки	10,6 кг

Диффузор. Громкоговоритель ГДВ-2, являясь высокочастотным типом, имеет диффузор малых размеров (220 мм) и незначительного веса подвижную систему (6,5 г), что обеспечивает воспроизведение высоких частот. В центр цельнолитого, бесшовного, концентрически гофрированного диффузора после его сборки вклеивается алюминиевая полусфера. Ее назначение, с одной стороны, защитить зазор магнитной цепи от попадания пыли, опилок и прочего, а с другой — улучшить воспроизведение высоких частот и сохранить правильную цилиндрическую форму звуковой катушки.

Край диффузора гофрирован и используется в качестве подвеса (гофра). Центрирующая шайба сделана из бакелизированной редкой материи и имеет форму и размеры, аналогичные центрирующей шайбе громкоговорителя ГДД-8 (см. описание ГДД-8, стр. 273).

Звуковая катушка головки громкоговорителя ГДВ-2 наматывается на основание, сделанное из пергамента 0,1, и имеет 65 витков медного провода ПЭ $\varnothing 0,14$ мм, намотанных в два слоя.

Имея сопротивление постоянному току $11,5 \pm 0,5 \Omega$, звуковая катушка рассчитана на подводимое напряжение звуковой частоты в 12 В при 1000 Hz.

Звуковая катушка громкоговорителя ГДВ-2 в зазоре центрируется на заводе с помощью специального шаблона. На местах центрировать рекомендуется только в мастерских, иначе весьма легко повредить подвижную систему головки громкоговорителя (в тех же случаях, когда отсутствуют запасные говорители и механик достаточно квалифицирован, центровка производится на слух).

Обмотка возбуждения головки громкоговорителя ГДВ-2, потребляя на возбуждении 30 W, изготавливается по следующим данным:

№ пп.	V	Количество витков	Марка	$\varnothing$	Сопротивление в холодном состоянии	Вес в кг
1	25	2 380	ПЭ	0,8	20,2	2,7
2	120	I—945	ПЭ	I—0,41	489,4 ¹⁾	{ 2,6 0,25
3	250	II—10 945	ПЭ	II—0,31		
		24 000	ПЭ	0,25	1 950,0	2,4

¹⁾ Сопротивление указано общее для двух катушек, включенных в параллель.

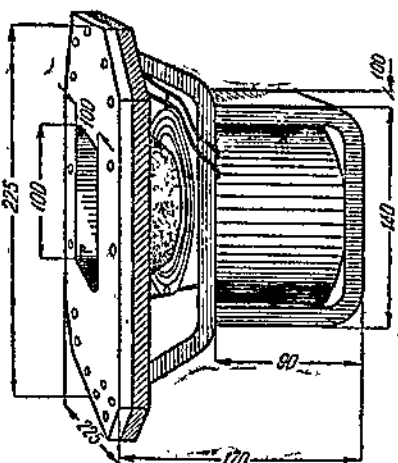


Рис. 336. Головка громкоговорителя ГДВ-2

Магнитная система громкоговорителя ГДВ-2 — скоба. Большая магнитная система здесь необходима для создания в зазоре большой напряжённости поля, которая достигает 18000 гаусс.

Планец магнитной системы, кроме своего основного назначения, выполняет роль диффузордержателя. К диффузордержателю крепится специальная деталь из алюминия (литая), образующая акустическую камеру перед диффузором и служащая кроме того для крепления головки к рупору. Применение акустической камеры в рупорных громкоговорителях ограничивает амплитуду колебаний диффузора, которая для данного случая не превосходит при полной мощности 3 мм.

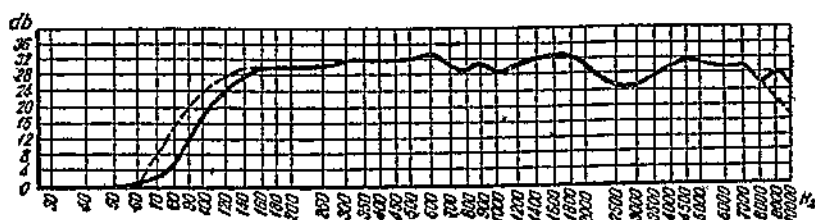


Рис. 337. Частотная характеристика громкоговорителя ГДВ-2

Описанное устройство характерно для конструкции головки громкоговорителя ГДВ-2 и отличается её от нормального диффузорного громкоговорителя.

Громкоговоритель ГДВ-2 используется при работе исключительно с тем или иным рупором. Без рупора ГДВ-2 не применяется.

Ниже даётся описание различных типов рупоров, в которых используется ГДВ-2. В качестве примера ГДВ-2 может быть применён в комплекте с рупором типа РВД-3, где устанавливается всего лишь одна головка ГДВ-2.

Недостатки головки громкоговорителя ГДВ-2 (1А1): 1) частые обрывы концов звуковой катушки; 2) расцентровка говорителя; 3) сползание витков звуковой катушки; 4) сложность центровки.

РУПОРЫ

Выпущенные заводом Ленкинап рупоры могут быть разделены на две группы: а) низкочастотные и б) высокочастотные. В некоторых случаях один и тот же рупор служит для воспроизведения всей полосы частот (например, компаунд-рупор типа РСД-2). Комбинация из низкочастотного и высокочастотного рупоров с соответствующими типами головок носит название агрегата.

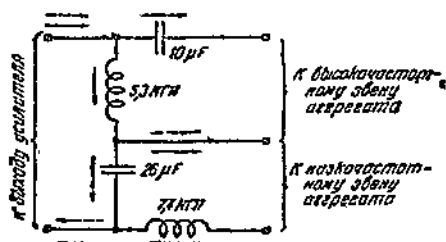


Рис. 338. Схема разделительного фильтра ФД-4 (агрегат ГДК-1)

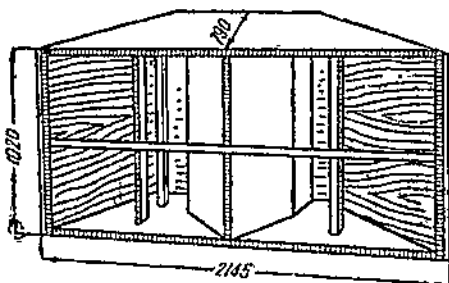


Рис. 339. Рупор низкочастотный деревянный типа РНД-2

Для того чтобы головки агрегатов работали только в пределах того ограниченного диапазона частот, на который они соответственно рассчитаны, применяют так называемые разделительные фильтры (рис. 338).

Разделение диапазона производится на частоте 400 Hz.

Путь слагающей высокой частоты на рис. 338 обозначен пунктирными стрелками, а путь слагающей низкой частоты — сплошными стрелками.

РУПОР ТИПА РНД-2 (рис. 339). Предназначается для работы в больших кинотеатрах стационарного типа. Выполнен из 20-мм фанеры.

Шифр РНД-2 означает — рупор низкочастотный, деревянный, вторая модель. Комплектуется двумя головками громкоговорителей типа ГДД-8.

Рупор воспроизводит полосу частот от 50 до 400 Hz.

При работе необходимо тщательно привинчивать заднюю крышку (крышку, закрывающую громкоговорители) во избежание потерь на низких частотах и появления дребезжания.

КОМПАУНД-РУПОР ТИПА РСД-2. Предназначается для работы в стационарных звуковых кинотеатрах малых и средних размеров. Шифр РСД-2 означает — рупор сложный, деревянный, вторая модель. РСД-2 разработан и изготовлялся ленинградским заводом киноаппаратуры. Комплектуется одной головкой громкоговорителя ГДВ-2 (1А1).

Рупор РСД-2 представляет собой комбинацию свернутого лабиринта, т. е. внутри ящика имеются ходы, по которым и распространяется звук от обратной стороны диффузора головки ГДВ-2 (1А1). Передняя сторона диффузора головки громкоговорителя ГДВ-2 (1А1) излучает звук непосредственно. В связи с этим головка громкоговорителя ГДВ-2 при использовании её в рупоре РСД-2 не имеет акустической камеры, образуемой специальной деталью, располагаемой перед диффузором (головка ГДВ-2 без адаптера);

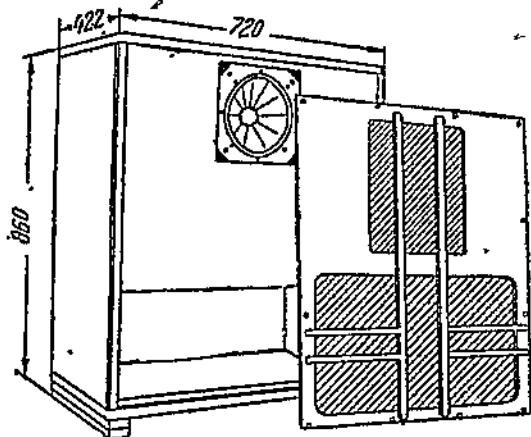


Рис. 340. Громкоговоритель типа ГРА-2 (головка ГДВ-2, рупор РСД-2) со снятой передней стенкой

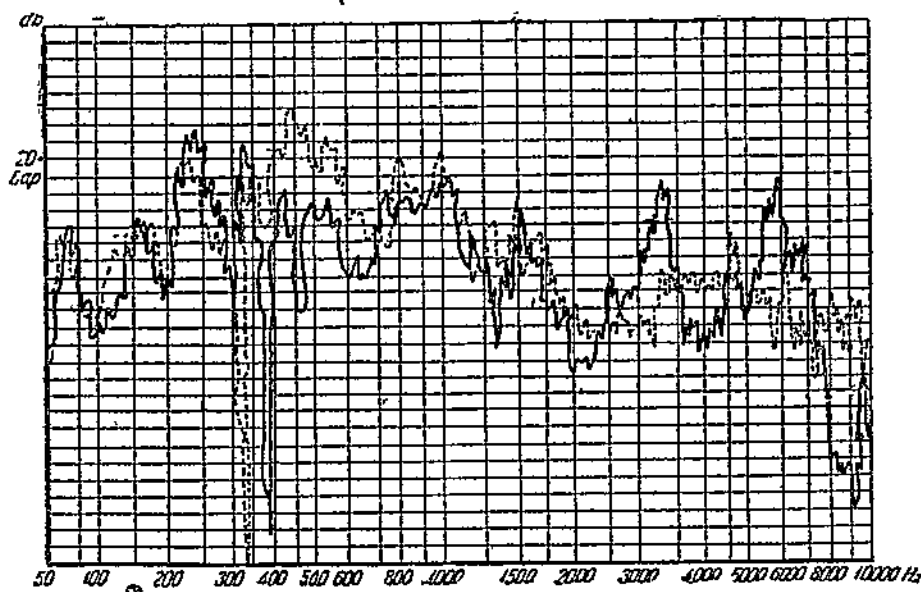


Рис. 341. Частотные характеристики громкоговорителей:
— типа ГРА-2 (головка ГДВ-2 и рупор РСД-2); типа MI-4435 (американский говоритель)

В качестве примера применения рупора типа РСД-2 можно указать на усилительную аппаратуру типа УСУ-5, в комплект которой входят два громкоговорителя ГРА-2¹⁾, состоящих, как известно, из рупора РСД-2 и головки ГДВ-2.

¹⁾ В последнее время вместе ГРА-2 применяют ГРА-2м (изменённый рупор РСД-2м + головка ГДВ-2 без адаптера).

РУПОР ТИПА РШД-1 (рис. 342). Предназначается для работы в стационарных звуковых кинотеатрах малых размеров в тех случаях, когда желательно получить повышенную отдачу на средних частотах. Изго-

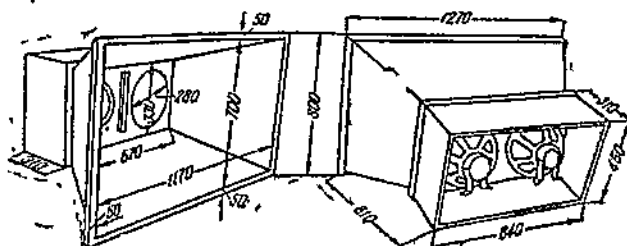


Рис. 342. Широкогорлый рупор РШД-1

товляется из 20-мм фанеры. Шифр РШД-1 обозначает — рупор широкогорлый, деревянный. Габариты указаны на рис. 342. РШД-1 комплектуется двумя головками ГДД-8. Частотная характеристика РШД-1 приведена на рис. 343.

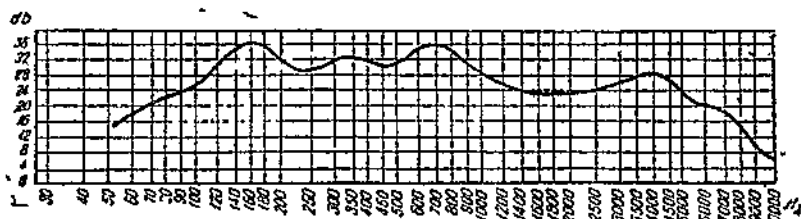


Рис. 343. Частотная характеристика РШД-1

При работе необходимо тщательно привинчивать заднюю крышку во избежание потерь на низких частотах и появления дребезжания. Головки должны быть обязательно сфазированы.

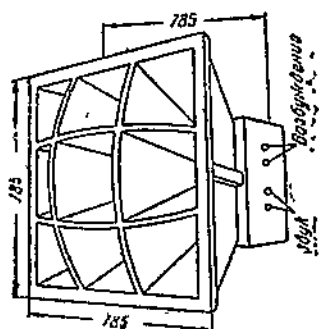


Рис. 344. Рупорный громкоговоритель типа РШД-2

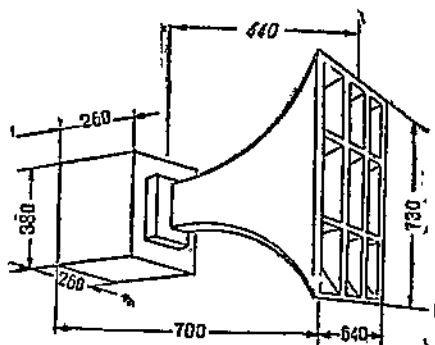


Рис. 345. Высокочастотный секционированный рупор РВД-3

РУПОР ТИПА РШД-2 (рис. 344). Предназначается для работы в стационарных звуковых кинотеатрах. Рупор секционированный и снабжен головкой громкоговорителя типа ГДД-8 (одна головка на каждый рупор).

Высокочастотные секционированные рупоры

РУПОР ТИПА РВД-3¹⁾. Имеет пять секций, предназначается для комплектования агрегатов типа ГДК-1 и ГДК-2. Шифр РВД-3 обозначает — рупор высокочастотный, деревянный, третья модель. Работает рупор РВД-3 в комплекте с головкой громкоговорителя ГДВ-2. Воспроизводимая полоса частот — 150 — 9000 Hz.

¹⁾ Громкоговорящие агрегаты ГДК комплектовались Ленинградом рупорами РВД-2, которые не имеют отдельных секций, как РВД-3. РВД-2 укомплектован головкой ГДВ-2 с адаптером.

Громкоговорители, являясь в настоящее время наиболее уязвимым местом в смысле аварий во всём комплексе звуковой аппаратуры, требуют от кинемеханика осторожного обращения.

Для того чтобы громкоговоритель мог длительно работать без аварий, необходимо: 1) избегать перегрузки громкоговорителя; 2) избегать частых переносок, тряски и т. д.; 3) избегать установки громкоговорителей на сырых стенах и на улице; 4) своевременно удалять пыль ручным мехом; 5) следить за тем, чтобы громкоговоритель всегда был отцентрирован.

Аварии громкоговорителей и их цепей могут быть следующими:

Звук в зале нет. Контрольный громкоговоритель работает: а) неисправность линий возбуждения или звуковой; б) неисправность громкоговорителей (катушки возбуждения или звуковой); в) неисправность выпрямителя возбуждения.

Обнаружение аварии. Подойдя к громкоговорителям экрана, прислушайтесь, есть ли хотя бы слабая передача звука (например, шипение; усильтельное устройство при проверке должно работать). Если есть слабый звук, то авария произошла в цепях возбуждения. Если звука нет, то обрыв в цепях звуковых катушек.

В последнем случае захваченным с собой концом проводника замыкаем клеммы звуковой катушки между собою (см. рис. 412, стр. 349) сначала у одного, затем, при надобности, у второго громкоговорителя (при последовательном соединении катушек). Если звуковая катушка одного из громкоговорителей действительно обгорана, то другой при замыкании проводником обгоранного громкоговорителя (клемм «10 Ом») работает нормально. Сеанс будет доведён до конца.

При навыке кинемеханика аварию можно устранить в 2—3 минуты.

Необходимо помнить, что допуск к громкоговорителям должен быть лёгок.

Обнаружить обрыв в цепи возбуждения можно следующим образом: взяв крепко в руки захваченную с собой отвёртку, подносим её к пальцу (сердечнику громкоговорителя). Если цепь исправна, то отвёртку с силой притягивает к «пальцу» громкоговорителя. Если доступ к магнитной системе затруднён, можно установить исправность компасом, стрелка которого при исправной обмотке возбуждения резко повернётся.

ВНИМАНИЕ! Когда идёшь к громкоговорителям, сними с руки часы, иначе их механизм намагнитится и они испортятся.

Более исчерпывающие данные об аварии и её причинах можно получить посредством вольтметра постоянного тока на напряжение до 300 В.

Измеряя напряжение на клеммах «Возбуждение», убеждаемся в исправности обмотки. Обмотка возбуждения исправна, если на ней падает напряжение, соответствующее данным заводской инструкции.

Если показания значительно больше, чем предполагается, то в другом громкоговорителе есть коротко замкнутые витки. В этом случае его необходимо заменить другим громкоговорителем, предварительно выключив выпрямитель возбуждения (иначе будут пробиты конденсаторы фильтра выпрямителя, если таковые имеются).

Если нет запасного громкоговорителя, то вместо обмотки возбуждения можно включить лампу накаливания, рассчитанную на соответствующие напряжение и мощность.

Например, в случае двух громкоговорителей ГЭДД-3, выключенных по схеме рис. 203, стр. 147, сеанс можно довести до конца включив вместо испорченной обмотки возбуждения громкоговорителя две лампы 120 В 25 Вт по схеме рис. 346.

В случае обрыва в цепи возбуждения одного из двух громкоговорителей ГЭДД-3, включив вместо него лампы накаливания I на 120 В но 25 Вт можно продолжить работу. При этом звуковые концы исправного громкоговорителя нужно подключить к клеммам 0—10 усилителя и рукоятку РГ поставить на меньшее деление.

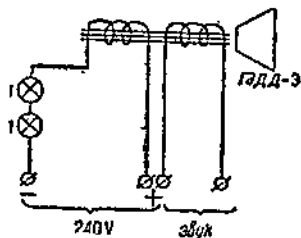


Рис. 346. Схема, в которой обмотка возбуждения громкоговорителя ГЭДД-3 заменена лампами накаливания (I)

Обмотка возбуждения в громкоговорителях может быть пробита в том случае, если напряжение, подводимое к громкоговорителю, будет значительно выше номинала.

ВНИМАНИЕ! Не отключайте концов у обмоток возбуждения громкоговорителей при включённом выпрямителе, иначе будут, во-первых, пробиты конденсаторы фильтра выпрямителя, а, во-вторых, обмотки могут быть пробиты экстратоками.

РЕМОНТ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ

По окончании сеанса испорченный громкоговоритель снимают со щита экрана. Предварительно рекомендуется на концы проводов, идущих к громкоговорителям, привязать бирки, т. е. ярлычки с обозначением концов (рис. 347), иначе громкоговорители в дальнейшем при включении могут оказаться расфазированными (см. ниже).

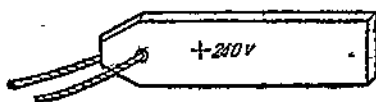


Рис. 347. Бирка

Испорченный громкоговоритель ставят перед собой на стол и производят прежде всего наружный осмотр. Убедившись в том, что нет обрыва мягких выводных концов, приступают к разборке громкоговорителя.

Ремонт ГЭДД-3. В громкоговорителях типа ГЭДД-3 наибольший процент аварий падает на обрыв звуковой катушки в месте перехода выводных концов ПЭ звуковой катушки и мягких выводных концов, идущих к клеммам (рис. 413).

Для того чтобы отремонтировать звуковую катушку, необходимо разобрать громкоговоритель, т. е. снять его диффузор.

Прежде всего отвинчиваются винты, расположенные по окружности кольца, закрепляющего диффузор на диффузодержателе. Затем освобождаются гайки, крепящие центрирующую шайбу и концы из-под клеммы «звуковая катушка» — «10 Ω ».

Положив перед собой диффузор звуковой катушки кверху и взяв в руки карандаш (лучше пинцет), пробуют, не оборвался ли проводничок а или б (см. рис. 413); вероятней всего, что обрыв произошёл именно в этом месте. Тогда осторожно счищают с провода эмаль и, разогрев паяльник, припавляют оловом проводничок звуковой катушки

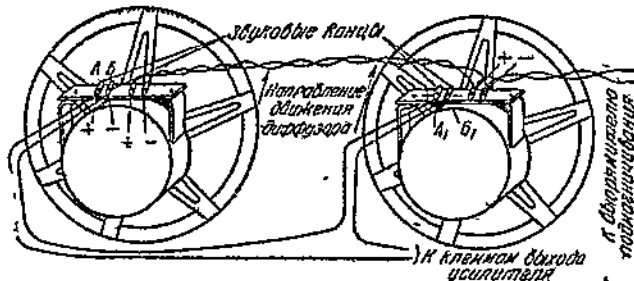


Рис. 348. Фазирование громкоговорителей

к мягкому проводничку, идущему к клеммам, употребляя при этом канифоль (применение для ремонта аппаратуры кислоты, напастыря и тинноля в качестве флюса воспрещается, так как эти флюсы вызывают «разъедание» проводов и их дальнейший обрыв). Убедиться в том, что ремонт произведён правильно и контакт в цепи восстановлен, можно, включив концы звуковой катушки через какой-либо испытатель (например, лампочка и батарейка), описанный на стр. 345.

Если цепь исправна, то лампочка загорится. Если контакт не восстановлен, то лампочка не горит.

Желательно после ремонта концы а и б (рис. 413) приклеить к центрирующей шайбе с помощью шеллака, киноклея или цаноуклея. В громкоговорителях типа ГЭДД-3 очень часто отклеивается центрирующая шайба от звуковой катушки, в результате чего при работе громкоговорителей наблюдается своеобразное дребезжание. Необходимо надёжно приклеить центрирующую шайбу к звуковой катушке киноклеем. Явление дребезжания наблюдается и в том случае, когда звуковая катушка плохо отцентрирована в зазоре или порван диффузор. В громкоговорителях типа РДБ часто дребезжание вызвано отклеившимися полосками бумаги, прикрывающими звуковые концы на диффузоре.

Центрировка звуковой катушки. Для центрировки звуковой катушки громкоговорителя ГЭДЦ-3 в зазоре можно рекомендовать следующие два способа:

1. Прежде всего отпускаются гайки центрирующей шайбы. Затем берётся кусок киноплёнки (длиною 11 — 12 см), который вставляется в зазор между «пальцем» и звуковой катушкой. После этого затягиваются гайки центрирующей шайбы и киноплёнка вынимается из зазора. Звуковая катушка таким образом автоматически устанавливается в зазоре. Громкоговоритель готов к работе. Необходимо лишь следить, чтобы в зазоре не остались кусочки киноплёнки, которые могут вызвать дребезжание.

2. К обмотке возбуждения подводится соответствующее напряжение. Концы звуковой катушки замыкаются на батарею в 2 — 2,5 В. Если при этом гайки, затягивающие центрирующую шайбу, отпущены, то звуковая катушка автоматически устанавливается в воздушном зазоре и, следовательно, остаётся лишь осторожно затянуть гайки. При этом гайки нужно затягивать не сразу до конца, а последовательно, т. е. сначала подтянуть немного одну, затем другую, повторяя эту операцию до тех пор, пока гайки не будут затянуты до конца. Это делается для того, чтобы не перекосить сразу звуковой катушки, иначе она будет задевать или за керн (палец) или за фланец громкоговорителя.

ФАЗИРОВАНИЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ

До последнего времени при установке громкоговорителей в кинотеатре не обращали должного внимания на их включение.

Очень часто на конце линий как звуковой, так и возбуждения, около экрана устанавливали штепсельные розетки, в которые вставлялись вилки шнуров громкоговорителей. При включении вилки не обращали внимания на их полярность. В результате громкоговорители работали плохо.

Чем объяснить плохую работу в данном случае?

При неправильном включении громкоговорителей может быть такое положение, когда в некоторый момент диффузор одного громкоговорителя движется в одну сторону (например, к зрителям), а диффузор второго — в другую сторону (от зрителей); звуковые поля, создаваемые громкоговорителями, взаимодействуя между собой (интерферируя), вызывают ослабление одних частот и усиление других, в результате чего

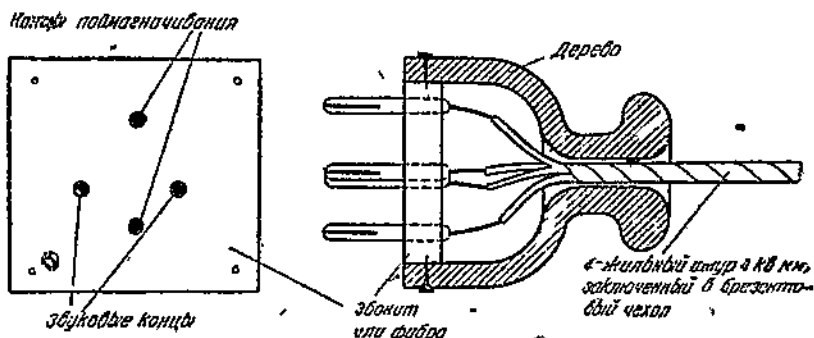


Рис. 349. Один из способов включения концов громкоговорителей, обеспечивающих постоянную фазировку

тембр звука будет сильно искажён. Для того чтобы не было искажений тембра, громкоговорители фазируют, т. е. добиваются такого положения, когда диффузоры всех громкоговорителей движутся все в одну сторону (в сторону зрителей или все от зрителей). Это достигается путём соответствующего включения концов громкоговорителей.

Практически фазирование громкоговорителей осуществляют следующим образом: включив раз и навсегда концы обмоток возбуждения (пронизывая обозначение их полярности, т. е. плюса и минуса питания), даём питание возбуждения.

Затем, соединяя звуковые концы одного из громкоговорителей на батарейку 1,5 В (один элемент), следим за тем, в какую сторону переместился диффузор громкоговорителя (например, в сторону зрителей). Отмечаем у концов звуковой катушки громкоговорителя полюса включения батарейки. После этого продельваем то же самое со вторым громкоговорителем, добиваясь, чтобы его диффузор перемещался в ту же сторону (в сторону зрителей), что и диффузор первого громкоговорителя. Снова обозначаем у концов звуковой катушки громкоговорителя полярность включения батарейки. После этого остаётся лишь соединить «плюс» звуковой катушки первого громкого-

ворителя (в нашем примере на рис. 348 этот конец обозначен А) с клеммой выхода усилителя, а второй конец звуковой катушки «минус» (на рис. 348 этот конец обозначен Б) с концом «плюс» звуковой катушки второго громкоговорителя (на рис. 348 этот конец обозначен А₂), а его конец «минус» (на рис. 348 этот конец обозначен Б₂) с другой клеммой выхода усилителя. Теперь громкоговорители будут с ф а з и р о в а н ы.

В условиях некоторых кинотеатров громкоговорители, установленные у экрана, приходится после киносеансов отключать (например, в клубах, когда на сцене бывают постановки, экран с громкоговорителями поднимают на колосники). Для того чтобы при включении громкоговорителей в линии не спутать их концов и тем самым не расфазировать громкоговорителей, или не сжечь их, можно рекомендовать следующий способ: концы линий звуковой и возбуждения, идущие из киноаппаратной, подключают под гнезда специально изготовленной четырёхполюсной переходной колодки, в которой гнезда расположены несимметрично (вроде ламповой панели электронной лампы рис. 349). Необходимо лишь помнить, чтобы конструкция переходной колодки была весьма прочна и обеспечивала надёжный контакт между гнездами и штырьками вилок. Цоколи от электронных ламп для этих целей не годятся.

УСТАНОВКА ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ

Диффузорный тип. Для создания у зрителей наибольшего эффекта совпадения зрительного образа со звуком желательнее громкоговорители устанавливать за экраном на $\frac{1}{4}$ его высоты. Но для этого требуются специальные звукопроницаемые (перфорированные) экраны.

К сожалению, большинство наших кинотеатров такими экранами не располагает, и поэтому во избежание значительных поглощений звука и его искажений громкоговорители, как правило, располагают с боков от экрана.

Обычно к раме экрана (с его боков) укрепляются плотные деревянные щиты размером не менее 1×1 м для каждого громкоговорителя (рис. 350). Деревянные щиты, которые обычно носят название отражательных щитов, служат для того, чтобы при передаче подчеркнуть низкие частоты. Для того чтобы при передаче не было слышно неприятного на слух дребезжания, отражательные щиты делают плотными, из сухого дерева

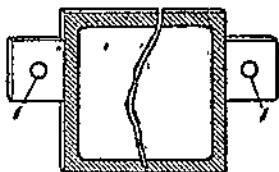


Рис. 350. Экран и установленные с его боков громкоговорители

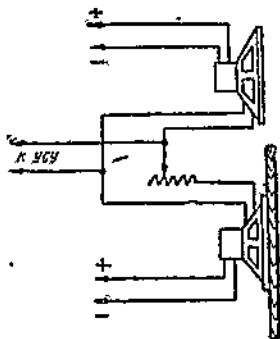


Рис. 351. Способ включения громкоговорителей, позволяющих избавиться от «бубнения»

толщиною не менее 20 мм. В этих щитах, в их центре вырезают круглые отверстия, несколько меньшего диаметра, чем диаметр диффузора громкоговорителя. За эти отверстия с помощью шурупов крепятся громкоговорители.

Между отражательным щитом и громкоговорителем обязательно (по окружности кольца диффузородержателя) прокладывается кольцо из войлока или иного мягкого материала толщиной до 10 мм. Это делается для того, чтобы исключить дребезжание из-за неплотного крепления громкоговорителя к отражательному щиту.

Плоскость щитов может не совпадать с плоскостью экрана, — правильное положение отражательных щитов устанавливается опытным путём так, чтобы добиться равномерной слышимости во всех точках зала. Необходимо помнить, что каждый тип громкоговорителя обладает своей так называемой полярной характеристикой, т. е. каждый тип громкоговорителя имеет определённое направление звукового излучения.

В ряде кинотеатров звуковоспроизведение имеет неприятный бочкообразный тембр; особенно сказывающийся на разборчивости речи. Бочкообразный звук в кинотеатре объясняется наличием в зале так называемых стоячих волн, т. е. чередующихся в пространстве минимумов и максимумов звука.

Стоячие волны могут образоваться в результате сложения двух колебаний — прямых, излучаемых лицевой стороной диффузора громкоговорителя, и обратных, излу-

чаемых задней стороной, которые отражаются от задней, незаглушенной стены сцены (стена за экраном).

Для того чтобы избавиться от стоячих волн, а следовательно, от бочкообразного звука, американские специалисты рекомендуют¹⁾ между задней стеной сцены и экраном располагать толстые в густую складку драпировки (желательно материал с ворсом, например, бархат, байка и т. п.).

Место расположения звукопоглощающих поверхностей (в данном случае драпировок) выбирается следующим способом: поместившись между задней стеной сцены и громкоговорителями, слушают звуковой фильм — воспроизведение мужской речи.

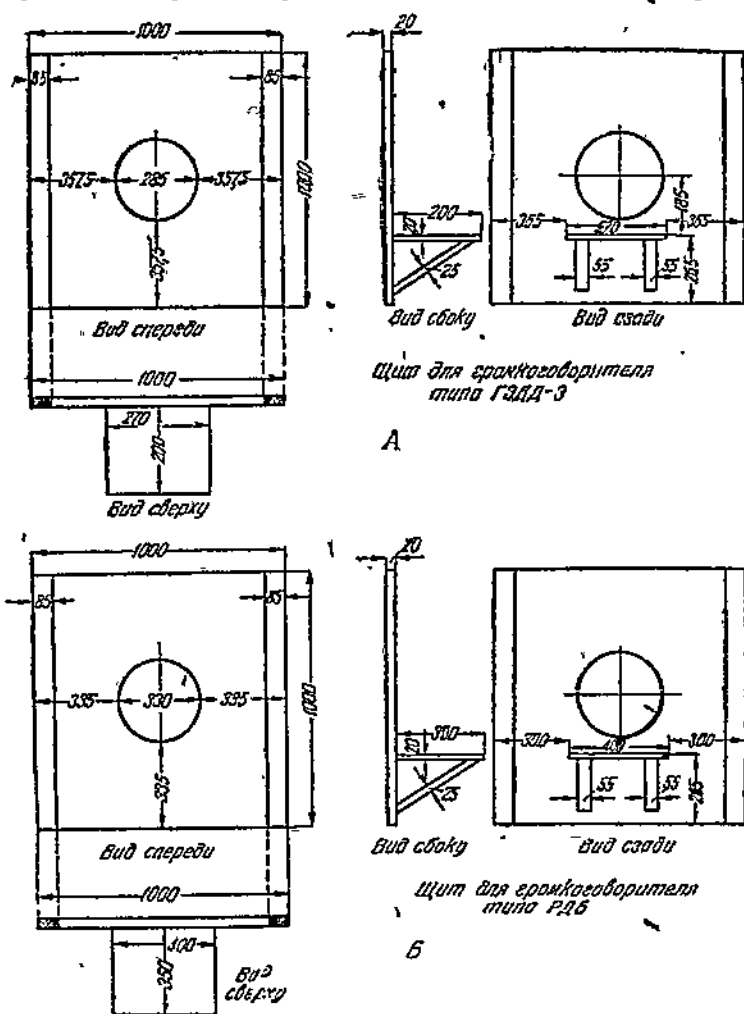


Рис. 352. Устройство отрагательных щитов и их габариты

Медленно перемещаясь от громкоговорителя к стене, обнаружите ряд точек, в которых будет слышна бочкообразность звука («бубнение»), особенно сильная в первой, ближайшей к громкоговорителю точке; в этой точке и размещают указанную выше драпировку.

Кроме того, иногда для большего заглушения размещают драпировки между громкоговорителями и боковыми стенами, а также потолком; драпировки в этом случае размещаются в тех местах, где речь слышится наиболее ясно и громко.

От «бубнения», которое является результатом чрезмерного воспроизведения средних частот (порядка $200 \div 300$ Hz), по сравнению с высокими можно ещё избавиться, при-

¹⁾ Данная методика относится к тому случаю, когда за экраном расположена сцена или же между экраном и стеной предусмотрено известное расстояние.

по головкам громкоговорителей стационарного типа,

Наименование	Т и п	
	ГЭДД-3 ¹⁾	РДБ ²⁾
Завод-изготовитель	Ленкиппап	{ Москкиппап, } { ккиппап Одесса }
В каком комплексе усилительной аппаратуры применяется	УСУ-9	ЗК-1
Количество громкоговорителей, входящих в комплект усилительной аппаратуры	4	2
Обмотка возбуждения:		
напряжение в V	120	120
мощность в W	14	25
сопротивление в Ω	1050	640
Провод:		
число витков	7800	15200
марка	ПЭ	ПЭ
сечение	0,25	0,35
Тип выпрямителя, питающего возбуждение	ВЗК-9	В-2
Тип магнитной цепи	стакан	стакан
Величина зазора:		
полная (между керном и фланцем)	—	2
воздушного зазора между катушкой и кернам	0,25	—
Диаметр керна	38	38
Тип диффузора	клееный	клееный
Диаметр диффузора в мм	250	300
Подвес	бумажная гофра	замша
Тип центрировки	наружная	нити
Подвижная обмотка (звуковая катушка):		
номинальная мощность звуковой частоты VA	3	3
сопротивление постоянному току в Ω	10	10
Провод:		
число витков	86	118
марка	ПЭ	ПЭ
сечение	0,16	0,18
Полоса частот в Hz	80—6000	100—5000
Допуск на частотные искажения в db	± 6	—
Поле в зазоре в гауссах	11000	8500 ³⁾
Чувствительность	8,5	6,5

¹⁾ Диффузорный громкоговоритель.²⁾ Диффузорно-рупорный громкоговоритель в рупоре РСД-1 или РСД-2 м.³⁾ Рупорный высокочастотный громкоговоритель.

ТАБЛИЦА № 36

применяемым в звуковом кино СССР

громкоговорителя

ГДД-3 ¹⁾	ГДВ-2 ¹⁾ (1А2)	ГДР-3 ²⁾	ГДК-1 ¹⁾	ГДК-2 ¹⁾
Ленкинап	Ленкинап	Ленкинап	Ленкинап	Ленкинап
УСУ-3	УСУ-5	—	УСУ-8	УСУ-6
2 4	2	—	1	1
25 17 36,00	25 30 21	25 25 25	25 47 —	25 94 —
2,00	2360	2800	—	—
ПЭ 0,55 ВЗК-3 ВЗК-5 } стакан	ПЭ 0,8 ВЗК-5 скоба	ПЭ 0,8 — скоба	— — — — —	— — — — —
1,1	1,1	0,9	—	—
0,3 38 бесшовный	0,3 45 бесшовный	0,25 71,6 73 мембрана из ба- келизир. бумаги	— — — — —	— — — — —
300 гофра наружная спец. ткань	220 гофра наружная спец. ткань	гофра мембрана	— — —	— — —
8 10	10 11,5	5 10	— —	— —
89 ПЭ 0,16 50—9000 ±6 14000 8	63 ПЭ 0,14 200—9000 ±8 18000 10	65 ПЭ 0,1 400—10000 ±8 16500 —	— — — 50—9000 ±6 — —	— — — 50—9000 ±6 — —

¹⁾ ГДК-1 состоит из: одной головки типа ГДД-8 в рупоре РНД-3 плюс одна головка ГДВ-2 в рупоре РВД-2 плюс разделительный фильтр.

²⁾ ГДК-2 состоит из двух головок типа ГДД-8 в рупоре РНД-2 плюс две головки ГДВ-2 каждая в рупоре РВД-2 плюс разделительный фильтр.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА № 37

по головкам громкоговорителей передатчиков 1), применяемым в звуковом кино СССР

Наименование	Тип громкоговорителя				
	ГДД-2,5	ДЛТ-4	ДК-25	ДКМ-25	ГДК-12
Завод-изготовитель	Ленкинап	Ленкинап	З-д. им. Ленина г. Горький	З-д им. Ленина г. Горький	Ленкинап
В каком комплекте усилительной аппаратуры применяется	ПУ4-3, ПУ5-3	ПУ-9, ПУ-10 ПУ-12, ПУ-13	УК-25	УКМ-25	ПУ-12, ПУ-13
Количество громкоговорителей, входящих в комплект усилительной аппаратуры	1	1	1	1	1
Обмотка возбуждения: напряжение в V мощность в W сопротивление в Ω провод: число витков марка сечение	125 10 1400+50 11000+2100 ПЭ 0,2+0,25	72 10 400 6200-2250 ПЭ 0,25+0,31	118 10 1360±5% 30000 ПЭ 0,15	120 10 1300+5% 16150 ПЭ 0,2	72 10 400 6200+2250 ПЭ 0,25+0,31
Тип выпрямителя, питающего возбуждение	кенотрон.	кенотрон.	кенотрон.	кенотрон.	кенотрон.
Тип магнитной цепи	стакан	скоба	скоба	скоба	скоба
Величина зазора: полная (между пальцем и керном) воздушного зазора между катушкой и керном	— —	1,2 0,3	3,0 —	— —	— —

Наименование	Тип громкоговорителя				
	ГЭДД-2,5	ДАТ-4	ДК-25	ДКМ-25	ГДД-12
Диаметр керна в мм	32	25	40	—	—
Тип диффузора	клееный	бесшовный	клееный	клееный	бесшовный
Диаметр диффузора в мм	190	210	—	—	—
Подвес	бумажная гофра	гофра	бумажная гофра	бумажная гофра	гофра
Тип центрировки	наружная гетин. шайба	наружная шайба Спец. ткань	наружная шайба	наружная шайба	наружная шайба Спец. ткань
Подвижная обмотка (звукоточка): номинальная мощность звуковой частоты VA, сопротивление постоянному току в Ом	2,5 10	6 6 и 12	3 10	3 10	6 11
Провод: число витков марка сечение	98 ПЭ 0,15	146 ПЭ 0,16	134 ПЭ 0,18	141 ПЭ 0,16	158 ПЭ 0,16
Полоса частот в Hz	80—6000	70—6000	50—7000	80—6000	50—6000
Полоса на частотные искажения в dB	±6	±6	±6	±10	±6
Полоса в зазоре в гауссах	10000	10000	6000	—	—
Чувствительность	6	5,5	—	—	15
Обмотка возбуждения используется как	дроссель фильтра	смещение	дроссель фильтра	дроссель фильтра	смещение

1) Все громкоговорители передвижек диффузорного типа.
2) Цифры сопротивлений подвижной обмотки даны без учета шунта громкоговорителя.

меняя способ, рекомендуемый работниками завода Лепкина, а именно: вводя последовательно с громкоговорителями, установленными на щитах, реостат на 10 — 15 Ω , можно отрегулировать (подбирая сопротивление реостата) частотную характеристику громкоговорителей (срезать средние частоты) и тем самым избавиться от «бубнения».

Действие реостата на частотную характеристику объясняется тем, что он не оказывает влияния как на самые низкие, так и на самые высокие частоты, при которых

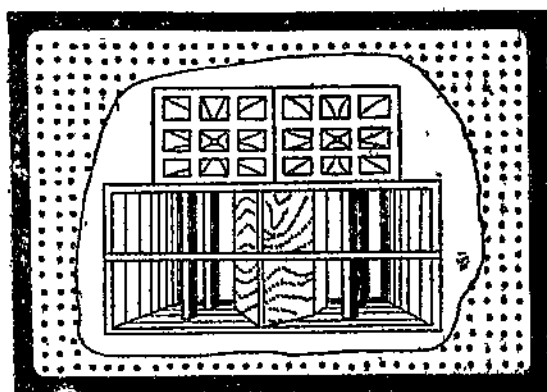


Рис. 353. Установка агрегата громкоговорителей за экраном

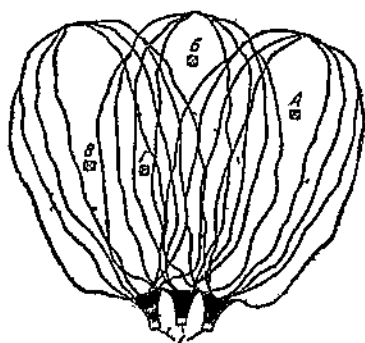


Рис. 354. Расположение высокочастотного звена громкоговорителей:

Г — громкоговорители; А, Б, В и Г — зрители

сопротивление громкоговорителя велико. Что же касается средних частот, то для них сопротивление громкоговорителя и сопротивление реостата будут примерно равны, а следовательно, значительная часть подводимой мощности от усилителя (рис. 351) будет теряться на реостате, так что воспроизведение на средних частотах будет ослаблено и «бубнение» будет устранено.

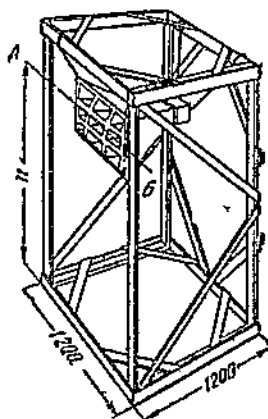


Рис. 355. Способ установки рупорного громкоговорителя

Ось А — Б располагается на высоте от пола $h = \frac{1}{4}$ высоты экрана от его нижней кромки

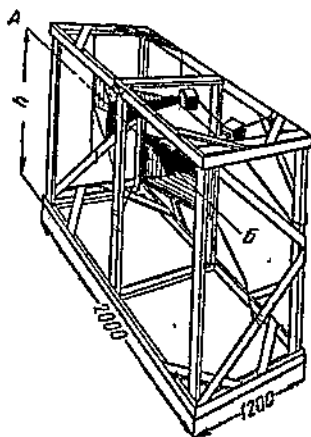


Рис. 356. Способ установки рупорных громкоговорителей

Ось А — Б располагается на высоте от пола $h = \frac{1}{4}$ высоты экрана от его нижней кромки

Одновременно со срезанием «средних частот» рекомендуется для улучшения воспроизведения высоких частот часть громкоговорителей устанавливать без щитов (у экрана на $\frac{1}{4}$ его высоты).

Реостат в этом случае вводится в цепь той группы громкоговорителей, которая устанавливается на отражательных щитах.

Рупорный тип. Устанавливаемые в стационарных звуковых кинотеатрах агрегаты, как правило, будут состоять из низкочастотного и высокочастотного звеньев. При этом количество агрегатов может доходить до двух в зависимости от объема зрительного зала и мощности усилителя.

Низкочастотные и высокочастотные звенья агрегата устанавливаются за перфорированным экраном, применение которого с точки зрения натуральности звучания обязательно; это, конечно, не означает, что применение агрегатов при нормальных неперфорированных экранах невозможно; качество звучания и в этом случае будет много выше, чем при использовании старых типов диффузорных громкоговорителей ¹⁾. При этом звенья агрегатов следует располагать так, чтобы высокочастотное звено находилось на $\frac{1}{3}$ высоты экрана, в середине. Это делают для того, чтобы получить наибольший эффект совпадения зрительного образа со звуком. Если применяется несколько высокочастотных звеньев, то их рупоры располагают в виде веера, как это показано на рис. 354. Кроме того, часть рупоров²⁾ (или рупор) направляют на зрителей, сидящих на партере, а другие (или другой) — на зрителей, сидящих на балконе.

Расстановка высокочастотного звена агрегата производится экспериментальным путем, для чего пускают фильм, и, переходя с места на место в зрительном зале и поворачивая рупоры, добиваются равномерного звука во всех точках зала.

Низкочастотное звено агрегата устанавливают непосредственно под высокочастотным звеном (также за экраном или с боков его).

МИКРОФОНЫ

В целях предоставления возможности в условиях эксплуатации звукового кино производить всякого рода объявления, обращаясь к аудитории через микрофон, большинство стационарных усилительных устройств имеет микрофонный вход.

Единственным типом микрофона, применяемым в звуковоспроизводящих установках звукового кино, является угольный микрофон типа ММ-2.

МИКРОФОН ТИПА ММ-2. Имеет следующее устройство (рис. 357): в массивном основании, сделанном из стеатита (горшечный камень) 1, имеются с обеих его сторон два углубления — камеры. Сквозь каждую камеру проходит по два металлических стержня 5, снаружи корпуса микрофона оканчивающиеся нарезкой, на которую навинчиваются клеммы 8. На этих стержнях укреплены угольные электроды 6. Всё свободное пространство в камерах между угольными электродами 6 туго заполняется зёрнами угольного порошка (линейные размеры зёрен 0,05 — 0,08 мм, толщина слоя порошка — 2 мм). Вес угольного порошка на каждую камеру — 12 г. Камеры, заполненные угольным порошком, закрываются тонким прорезиненным шлёком 2, во избежание порчи которого он защищён проволоочными сетками 4, закрытыми поверх металлическими решётками 3.

Для удобства крепления микрофона последний снабжён специальными металлическими головками 7.

Напомним принцип работы угольного микрофона. Для этого рассмотрим схему (рис. 358), где микрофон М включён последовательно с микрофонной батареей Б и первичной обмоткой микрофонного трансформатора ТР-8, вторичная обмотка которого соединена с управляющей сеткой — катодом электронной лампы усилителя низкой частоты.

Звуковые волны, дойдя до микрофона, вызывают смещение зёрен угольного порошка относительно друг друга, в результате чего изменяется контакт между зёрнами угольного порошка, т. е. изменяется сопротивление микрофона. Изменение сопротивления микрофона (нормально его сопротивление для одной камеры составляет $500 \Omega \pm 50\%$) в свою очередь вызывает изменение тока, проходящего через микрофон. В момент разговора перед микрофоном в его цепи идёт пульсирующий ток, который, проходя по первичной обмотке микрофонного трансформатора, создаёт в железном сердечнике переменный магнитный поток. Этот переменный магнитный поток, пронизывая витки вторичной обмотки, индуцирует на её концах э. д. с., усиливаемую каскадами усилителя.

На рис. 359 приведена частотная характеристика микрофона ММ-2.

Режим микрофона ММ-2. Для нормальной работы микрофона к его клеммам (одна половина) необходимо подвести постоянное напряжение 10 — 20 В.

Нормальный ток в цепи микрофона 20 мА.

Недостатки микрофона ММ-2. Одним из основных недостатков микрофона является его способность к «спеканию», т. е. потере чувствительности, сопровождающейся резким уменьшением сопротивления микрофона. Восстановить чувствительность микрофона можно лишь путем его встряхивания.

ВНИМАНИЕ! Сильные удары по микрофону (например, при падении) могут привести к его порче (рвётся мембрана).

¹⁾ Агрегаты в этом случае располагают с боков экрана как можно ближе к нему, но не на полу.
²⁾ Если применяется секционированный рупорный громкоговоритель типа РВД-3, то его ось направляется на задние ряды партера.

Явление «спекания» состоит в том, что ток значительной величины, проходя через отдельные, рядом расположенные зёрна порошка, вызывает их нагревание; благодаря этому зёрна между собой свариваются. Из отдельных зёрен образуется токопроводящая цепочка. При сильном сотрясении цепочка распадается на отдельные зёрна, чем и восстанавливается чувствительность микрофона.

Явление «спекания» наблюдается особенно в тех случаях, когда напряжение батареи взято выше 20V.

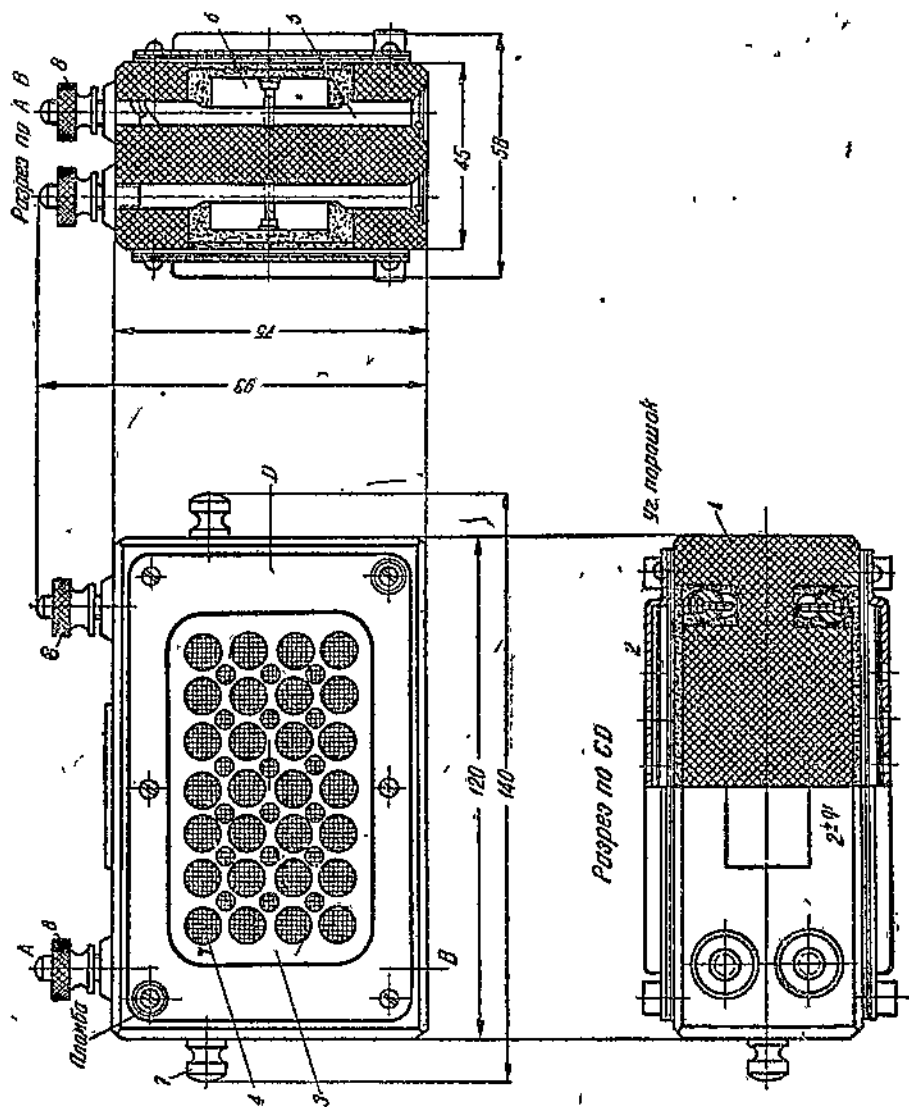


Рис. 357. Угольный микрофон типа ММ-2

Вторым весьма крупным недостатком микрофона ММ-2 является своеобразный шум.

Шум, создаваемый микрофоном, объясняется тем, что зёрна угольного порошка, через которые проходит ток, нагреваются, в результате объём зёрен увеличивается и вызывает передвижку целых групп зёрен. Это является причиной изменения сопротивления микрофона (шум) даже в тех случаях, когда перед микрофоном не говорят.

Способы питания микрофона ММ-2. В практике эксплуатации усилительной аппаратуры для питания микрофона обычно применяют элементы того или иного типа. Такой способ питания имеет весьма существенный недостаток: элементы от времени высыхают и их приходится или заменять новыми (сухие элементы) или доливать (водоналивные элементы). Кроме того, для получения необхо-

димого напряжения в 10 — 20 В приходится применять от 7 до 13 элементов, а если ещё принять во внимание, что не всегда удастся достать элементы достаточной ёмкости (в амперчасах), и громоздкость батарей, то вполне понятно желание избавиться от указанного способа питания. В качестве источника питания угольного микрофона ММ-2 (один или два микрофона) можно рекомендовать выпрямитель, питающий анодные цепи усилителя.

Так, например, если звуковая киноустановка оборудована комплектом аппаратуры типа УСУ-9, то для осуществления указанного способа питания микрофона типа ММ-2 (одной его стороны, т. е. одной его камеры) поступают следующим образом.

Составляют схему согласно рис. 360. Микрофон присоединяют через выключатель K и добавочное сопротивление R (для данного случая $R = 10\,000\ \Omega$) к клеммам M и 3 на усилителе УЗК-9. Ключ K служит для того, чтобы при подключении микрофона можно было бы выключить напряжение питания микрофона (310 В). Конденсатор C выключается (рис. 360) после выключателя.

Проводку, идущую к микрофону, необходимо тщательно заэкранировать и надёжно заземлить, избегая располагать элементы схемы в непосредственной близости от цепей выхода усилителя.

Произведём расчёт добавочного сопротивления (R). Дано: а) сопротивление микрофона ММ-2 (одной его камеры) — $500\ \Omega$; б) напряжение на клеммах A_2 и 3 усилителя-

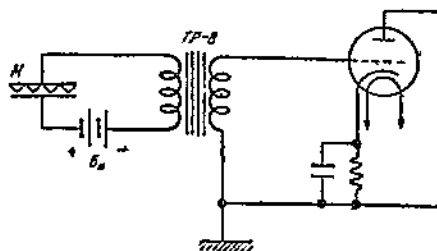


Рис. 358. Одна из схем включения микрофона

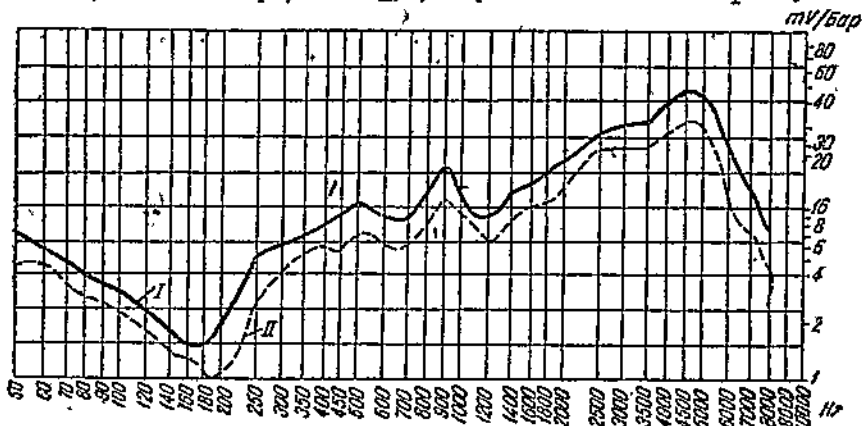


Рис. 359. Частотная характеристика микрофона типа ММ-2

Кривая I — одна сторона микрофона; кривая II — другая сторона микрофона. Условия испытания: акустическое давление 5 бар; ток — 12 мА

УЗК-9 — 310 В. Требуется определить величину добавочного сопротивления, если напряжение на клеммах микрофона должно составить 15 В. Подсчитаем, какой ток пойдёт через микрофон:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{15}{500} = 0,03\text{ A.}$$

Так как на клеммах A_1 и 3 усилителя УЗК-9 напряжение составляет 310 В, а нам нужно иметь на зажимах микрофона всего только 15 В, то, следовательно, $310 - 15 = 295$ В должно быть погашено на добавочном сопротивлении, включаемом последовательно с микрофоном. Величина этого добавочного сопротивления будет:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{295}{0,03} = 9833,3 \approx 10000\ \Omega.$$

Но так как через это сопротивление проходит ток, следовательно, на этом сопротивлении рассеивается некоторая мощность, определяемая из равенства:

$$P = I^2 R = 0,03^2 \cdot 10000 = 9\text{ W.}$$

Если в качестве добавочного сопротивления будет использовано сопротивление Каминского или типа СС, на которых допускается рассеивать мощность в 1 W, то для нормальной работы придётся взять 9 сопротивлений, включив их, например, в параллель. Но как нам известно, при параллельном включении сопротивлений их общее сопротивление будет равно:

$$\frac{1}{R_{\text{общее}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}.$$

Для нашего случая $R_{\text{общее}} = 10\,000\ \Omega$.

Следовательно, для получения общей величины сопротивления в $10\,000\ \Omega$ при девяти сопротивлениях, включённых в параллель, нам необходимо иметь величину каждого сопротивления равной: $10\,000 \times 9 = 90\,000\ \Omega$.

Если сопротивления по $90\,000\ \Omega$ найти трудно, то можно взять 10 шт. сопротивлений по $100\,000\ \Omega$ (0,1 МΩ) и включить всех их в параллель. Тогда мы получим нужное нам сопротивление в $10\,000\ \Omega$.

Если есть возможность достать эмалированное трубчатое проволочное сопротивление (остеклованное сопротивление), описание которого приведено на стр. 56, то его применение крайне желательно, так как этот тип сопротивления позволяет рассеивать значительную мощность при малых габаритах. Для нашего случая вполне

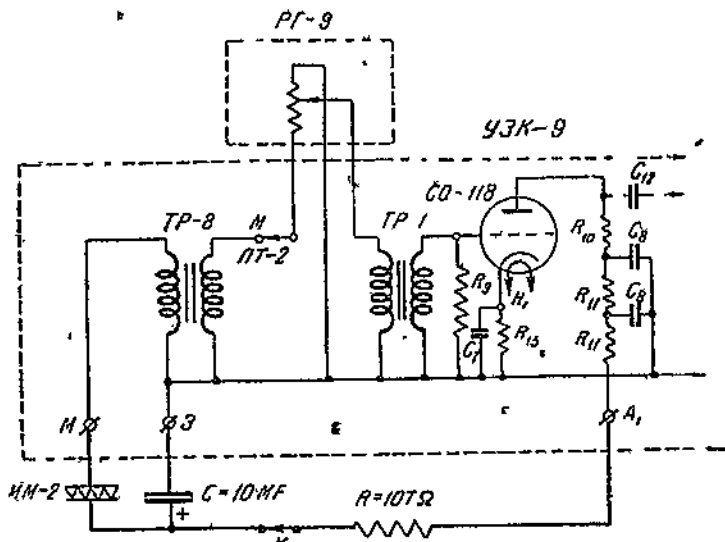


Рис. 360. Схема питания микрофона типа ММ-2 (одна сторона) от выпрямителя ВЗК-9

подходит тип I; нужно взять два таких сопротивления и включить их последовательно (каждое сопротивление по $5000\ \Omega$). В некоторых случаях требуется одновременная работа двух микрофонов типа ММ-2¹⁾ (например, при усилении речей, когда одновременно говорят и оратор и председатель). В этом случае ток в цепи микрофонов пойдёт уже не 0,03 А, а 0,06 А, следовательно, добавочное сопротивление в цепи микрофона должно быть иное; для нашего случая величина добавочного сопротивления должна быть $R = 5000\ \Omega$ и рассчитана на рассеиваемую мощность в 18 W.

Для решения этой задачи можно рекомендовать воспользоваться универсальной схемой, приведённой на рис. 361. Эта схема позволяет производить работу или от одного микрофона ММ-2 (одна его сторона), включённого, например, в гнезда с надписью ММ-2₁ или в гнезда ММ-2₁₁ (это безразлично). При этом вилка К, имеющая закороченные штырьки, вынимается из гнезда а — б. В этом случае последовательно с микрофоном введено только $10\,000\ \Omega$. Когда приходится работать с двух микрофонов ММ-2 (работает одна сторона каждого микрофона) или с одного микрофона при включении обеих его сторон (камер), концы от микрофона включают в гнезда ММ-2₁ и ММ-2₁₁, а закороченную вилку К включают в гнезда а — б. В этом случае оба сопротивления по $10\,000\ \Omega$ оказываются включёнными, в параллель, т. е. общее сопротивление в цепи будет равно только $5000\ \Omega$.

Детали схем рис. 360 и 361 конструктивно могут быть оформлены или в виде отдельного элемента в металлическом экране, надёжно заземлённом, или (что лучше)

¹⁾ По одной камере (одной стороне) у каждого микрофона.

замонтированы внутри шасси усилителя. Располагая эти детали внутри шасси, нужно иметь в виду следующие основные правила: а) располагать детали «входа» дальше от цепей «выхода»; б) обеспечить высокую изоляцию деталей и цепей схемы от шасси усилителя; в) детали должны быть соединены между собой способом горячей пайки; г) детали должны быть прочно укреплены и их концы, подлежащие заземлению, надёжно заземлены.

Аппараты, в которых имеется усилительная аппаратура типа УСУ-3, могут целиком использовать всё сказанное об УСУ-9. Данные схемы, сама схема и способ включения те же самые. В УСУ-3 для питания микрофона может быть использован

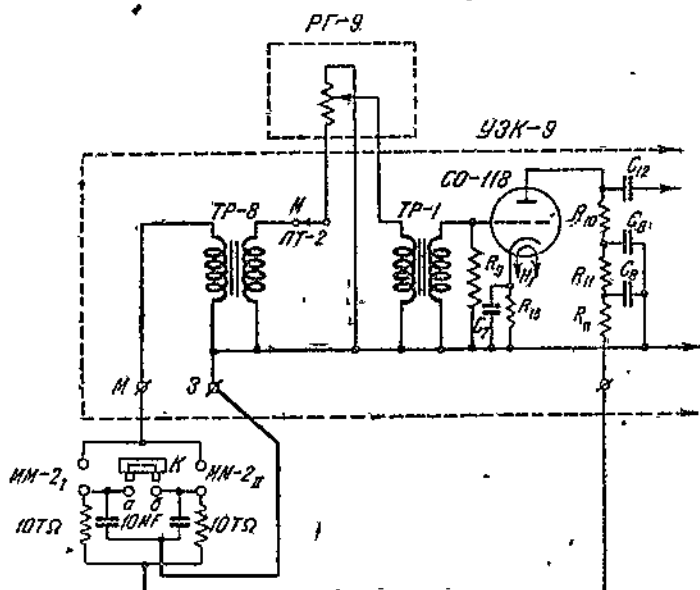


Рис. 361. Универсальная схема питания одного или двух микрофонов типа ММ-2 от выпрямителя ВЗК-9

тунгровый выпрямитель (ВЗК-3). Цепь микрофона подсоединяется к клемме «+ЛП» и «-». К этим же клеммам необходимо подключить электролитический конденсатор $C = 900 \mu F$ $U_{исп} = 30 V$.

Любая усилительная аппаратура, в которой имеется микрофонный трансформатор, может быть приспособлена для питания микрофона от общего выпрямителя, питающего анодные цепи усилителя, но при обязательном условии, что элементы выпрямителя (например, дроссели) допускают добавочную нагрузку, которую составляет цепь микрофона.

Описанные схемы являются лишь одним из многих возможных вариантов, работа над которыми рекомендуется читателям.

ВНИМАНИЕ! Включение и выключение микрофона производится при выключенном выпрямителе, иначе попадёшь под высокое напряжение.

УСТАНОВКА МИКРОФОНОВ. Разберём три основных случая установки микрофонов.

1. При передаче из аппаратной микрофон выносят из аппаратной хотя бы в тамбур, иначе при работающих проекторах передача через микрофон будет сопровождаться помехами (шум проекторов).

2. При передаче из студии микрофон располагают относительно диктора так, как указано на рис. 362.

3. Микрофоны располагаются на сцене: один — на столе председателя, а второй — на трибуне оратора. В этом случае пользоваться громкоговорителями, расположенными у экрана или за ним, не представляется

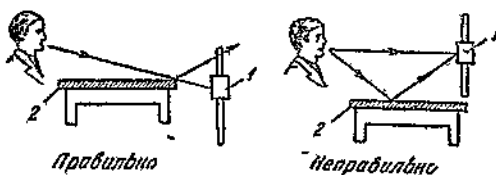


Рис. 362. Положение микрофона относительно стола и оратора
1 — микрофон; 2 — стол

возможным, так как при работе возникает так называемая акустическая обратная связь, сопровождающаяся громким воем, заглушающим основную передачу.

В этом случае рекомендуется громкоговорители располагать между микрофонами и слушателями. Необходимо применять громкоговорители рупорного типа (например, РШД-1), придерживаясь тех же правил их установки, о которых указывалось в разделе «Громкоговорители» (стр. 272).

ВНИМАНИЕ! Во всех случаях установки микрофона его необходимо амортизировать, подвешивая на пружинках или резиновых полосках или подкладывая под микрофон мягкий материал или резину.

АДАПТЕРЫ

Адаптеры или звукоусилители нашли широкое применение в звуковом кино для целей воспроизведения записи с грампластинок (при обслуживании фойе музыкой) и в некоторых случаях зрительного зала (например, при входе и выходе публики).

Наиболее распространенным типом адаптера является так называемый электромагнитный тип. Устройство и принцип действия электромагнитного адаптера заключаются в следующем: внутри постоянного подковообразного магнита 1 размещено два полюсных наконечника 2. Между ними расположен маленький железный якорь 4, который удерживается между полюсными наконечниками в среднем положении резиновыми демпферами 3 (подушками — при прямоугольной форме якоря или трубочкой — при круглой форме якоря). Якорь 4 проходит внутри катушки 7, от которой наружу адаптера выходят два конца 8, присоединяемые ко «входу» усилителя.

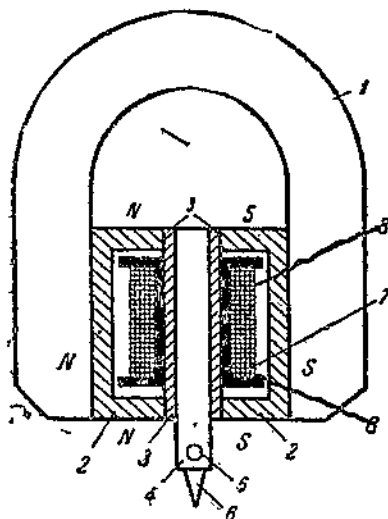


Рис. 363. Устройство электромагнитного адаптера

В отверстие якоря вставляется игла 6, которая жестко закрепляется с помощью стопорного винта 5.

Когда игла адаптера скользит по извилинам бороздки вращающейся грампластины, она вибрирует, вызывая колебания жестко с ней связанного якоря. В перемещающемся относительно среднего положения якоря протекает переменный магнитный поток, а так как якорь является сердечником катушки 7, следовательно, в последней наводится переменная э. д. с. При этом э. д. с. катушки будет пропорциональна по величине изменениям магнитного потока в якоря, т. е. пропорциональна скорости колебания иглы. Изменения магнитного потока в якоря, а следовательно, в катушке показаны на рис. 364 стрелкой.

Игла адаптера и её положение относительно бороздки грампластины. Известно правило, что при смене пластины рекомендуется менять и иглу. Объясняется это тем, что форма сечения бороздки не у всех пластинок одна и та же, а поэтому прилифовавшийся про обвод сечения бороздки одной пластины обвод конца иглы не будет соответствовать обводу сечения бороздки другой пластины и будет её портить. Такая пластинка будет создавать помехи (силыное шипение). На основании этого рекомендуется после проигрывания каждой пластины сменить иглу.

Конец иглы быстро снашивается и имеет вид, приведённый на рис. 365.

Положение иглы адаптера по отношению к направлению бороздки пластины должно быть строго определённым. Так, вертикальный угол между осью, проходящей через иглу, и перпендикуляром, восстановленным к плоскости пластины, должен быть порядка 35 — 36°. Сказанное поясняется рис. 367.

При установке адаптера над пластинкой добиваются такого его положения, чтобы кончик иглы адаптера выходил впереди оси диска на 15 — 20 мм. Кроме того, адаптер будет установлен верно, если между прямой CD (рис. 368), проведённой через центр стойки тонара и конец иглы (точка E), и касательной плоскостью AB , проходящей в точке соприкосновения иглы и бороздки, будет угол (F), равный:

25,5° — при расстоянии от конца иглы до вертикальной оси вращения тонарма в 220 мм (случай применительно к адаптеру ЭЛА-5); 23,0° — при расстоянии в 240 мм.

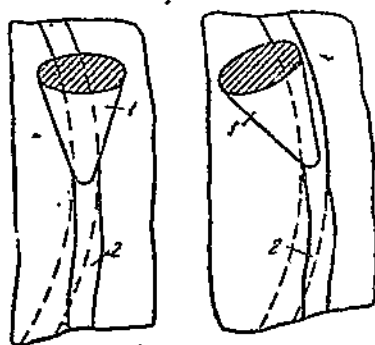
АДАПТЕР ТИПА ЭЛА-5 (рис. 369). Является лучшим адаптером по своим электроакустическим качествам, имеет следующее устройство.



Рис. 364. Принципы действия адаптера



Рис. 365. Постепенное снашивание иглы
1 — новая игла; 4 — изношенная



Правильно. — Неправильно

Рис. 366. Положение иглы адаптера относительно направления бороздки
1 — игла; 2 — бороздка

Электромагнитный механизм смонтирован в кожух-головку 1, сделанный из пластмассы. Головка адаптера крепится к металлическому тонарму 3, свободно вращающемуся как в горизонтальной плоскости, так и в вертикальной с помощью шарни-

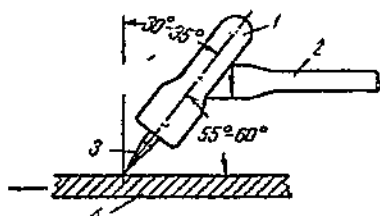


Рис. 367. Расположение адаптера в вертикальной плоскости
1 — адаптер; 2 — тонарма; 3 — игла; 4 — пластинка

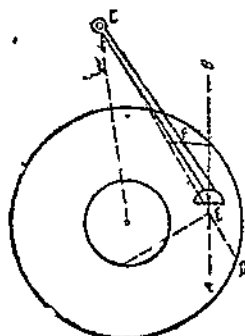


Рис. 368. Положение адаптера по отношению к тонарму

ров, закрепленных в стойку 8, сделанную из пластмассы. Для того чтобы избежать излишнего изнашивания граммпластины из-за значительного веса головки адаптера и его тонарма, применяется специальная пружина 5, ограничивающая нажим головки

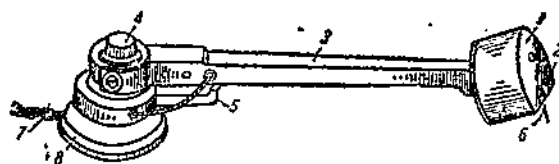


Рис. 369. Адаптер типа ЭЛА-5
1 — головка адаптера; 2 — стопорный винт иглы; 3 — тонарма; 4 — регулятор громкости; 5 — пружина; 6 — игла; 7 — конец к усилителю; 8 — стойка

на пластинку. В стойку 8 смонтирован регулятор громкости, позволяющий плавно изменять уровень громкости на выходе усилителя. Стойка адаптера у панели патефона крепится с помощью шурупов.

Д а н н ы е: 1) адаптер развивает при проигрывании грампластинок напряжение порядка 0,6 — 0,8 V; 2) диапазон воспроизводимых частот — от 80 до 6000 Hz; 3) сопротивление обмотки адаптера около 1500 Ω ; 4) катушка намотана проводом марки ПЭ $\varnothing$ 0,05 мм; 5) сопротивление регулятора громкости — 50000 Ω ; 6) габариты головки 49 $\times$ 44 $\times$ 28 мм; 7) расстояние между центрами стойки и иглы — 219 мм; 8) высота стойки — 54 мм; 9) диаметр её — 66 мм.

Угол наклона иглы адаптера определён положением головки на тонарме и изменён быть не может.

АДАПТЕР ЗАВОДА «РАДИСТ». Так же, как и адаптер ЭЛА-5, относится к электромагнитному типу. Этот адаптер по своим электроакустическим качествам уступает адаптеру ЭЛА-5.

Д а н н ы е: 1) адаптер развивает при проигрывании пластинок напряжение порядка 100 mV; 2) диапазон воспроизводимых частот от 80 до 5000 Hz; 3) сопротивление обмотки адаптера около 2960 Ω ; 4) катушка намотана проводом марки ПЭ $\varnothing$ 0,05 — 0,08 мм; 5) габариты головки 50 $\times$ 55 $\times$ 30.

АДАПТЕР ЗАВОДА «МОСКООПКУЛЬТ». Является также электромагнитным типом. Его электроакустические качества уступают ЭЛА-5, но лучше данных адаптера «Радист». Его недостатком является малая чувствительность.

Д а н н ы е: 1) развиваемое напряжение 0,8 V; 2) диапазон воспроизводимых частот от 80 до 5500 Hz; 3) сопротивление обмотки адаптера около 1400 Ω ; 4) катушка намотана проводом марки ПЭ $\varnothing$ 0,05 мм; 5) габариты головки 45 $\times$ 45 $\times$ 24 мм.

Адаптеры выпускались с тонармом и без него.

ВЫБОР, УСТАНОВКА И РЕГУЛИРОВКА УСИЛИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

СТАЦИОНАРНЫЕ УСТРОЙСТВА

Работы по оборудованию звукового кино разбиваются на два этапа. Первый этап — проектировочные работы; второй — процесс самого оборудования.

При проектировке звукового кино: 1) определяют требуемую электрическую мощность усилителя для данного объема зала; 2) выбирают наиболее подходящий тип усилительной аппаратуры, исходя из полученной по расчету электрической мощности; 3) составляют принципиальную схему установки с учетом аварийного (при необходимости) комплекта; 4) размещают усилительную и иную аппаратуру в аппаратной (на чертеже); 5) составляют монтажную схему установки; 6) составляют чертежи расстановки и крепления у экрана громкоговорителей ¹⁾. Процесс самого оборудования кино сводится к: 1) производству монтажа линий; 2) установке аппаратуры на место и производству ее подсоединений; 3) регулировке аппаратуры.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОЙ МОЩНОСТИ УСИЛИТЕЛЯ И ВЫБОР ТИПА

Для определения требуемой электрической мощности усилителя при данном объеме зрительного зала звукового кино проектно-монтажные организации обычно пользуются формулами, в которые, как правило, входит коэффициент полезного действия (к. п. д.)

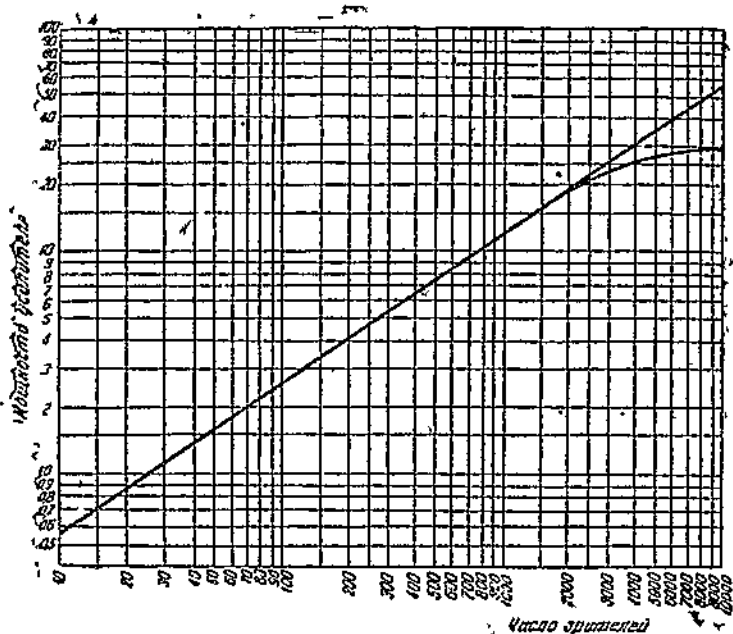


Рис. 370. Кривая, дающая зависимость требуемой электрической мощности усилителя от аудитории

громкоговорителя. При этом авторы проектов принимают величину последнего равной 3% и выше. Вполне понятно, что такой произвол в выборе к. п. д. громкоговорителей

¹⁾ Здесь указан объем работ по оборудованию звукового кино только с точки зрения усилительной аппаратуры.

приводит к неправильным результатам определения потребной электрической мощности усилителя.

Как указывалось в разделе «Громкоговорители», величина к. п. д. громкоговорителей из-за неустановившейся методики его определения заводами-изготовителями не даётся. Поэтому, ориентируясь на принятую у нас норму громкости 80 db, можно рекомендовать пользоваться приводимой ниже кривой (рис. 370), которая получена на основании экспериментальных данных для диффузорного типа громкоговорителей до мощностей порядка 10 W. Для больших аудиторий рекомендуется ориентироваться на сводную таблицу № 28 (стр. 211), которая составлена с учётом эксплуатационного опыта.

Пример. Зрительный зал рассчитан на число зрителей 850 чел., необходимо определить потребную электрическую мощность усилителя.

На основании кривой (рис. 370) для аудитории в 850 чел. требуется 10 W электрической мощности. Наиболее подходящим типом усилителя является УСУ-5, номинальная мощность которого составляет 15 W.

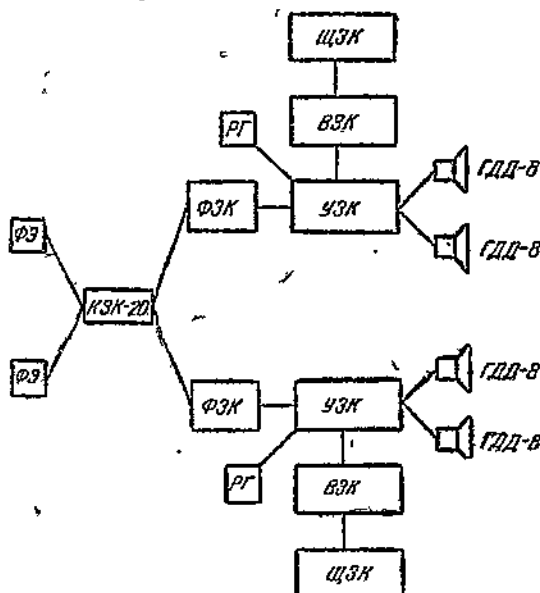


Рис. 371. Скелетная схема двухканальной системы

ройства и его выбор, переходим к вопросу об аварийном комплекте. Необходимость в аварийном комплекте вызвана тем, что аппаратура в эксплуатации иногда выходит из строя (см. стр. 344, раздел «Аварии усилительной аппаратуры») и, следовательно, возможен срыв сеанса.

Проектируют установку так, чтобы переход с рабочего комплекта на аварийный был весьма прост и занимал не более нескольких минут.

При аварийном комплекте применяется полное резервирование усилительной аппаратуры, т. е. двухканальная система (рис. 371). Под двухканальной системой понимается наличие в аппаратной двух независимых друг от друга комплектов усилительной аппаратуры, из которых один работает, а другой является резервным (аварийным). Каждый канал усилительной аппаратуры имеет свой фотокаскад (если он вообще есть в комплекте) и усилитель, который работает на свою группу громкоговорителей. Переход с одного комплекта на другой осуществляется переключением цепей фотозвукосъёма и цепей питания ламп просвечивания. Предполагается, что фотозвукосъёмники и лампы просвечивания включены параллельно (рис. 372).

Как на один из возможных вариантов работы двух постов (двух фотозвукосъёмников) на два канала усилительной аппаратуры можно указать на схему (рис. 375), особенностью которой является отсутствие в цепях сеток каких-либо переключений. Указанная схема позволяет избавиться от помех, вызываемых ненадёжным контактом в переключателях сеточных цепей. При пользовании этой схемой нагрузочные сопротивления фотозвукосъёмников, обозначенные на схеме цифрой 1 (в ФЗК-3), заменить, взяв вместо

АВАРИЙНЫЙ КОМПЛЕКТ

Произведя расчёт электрической мощности усилительного устройства

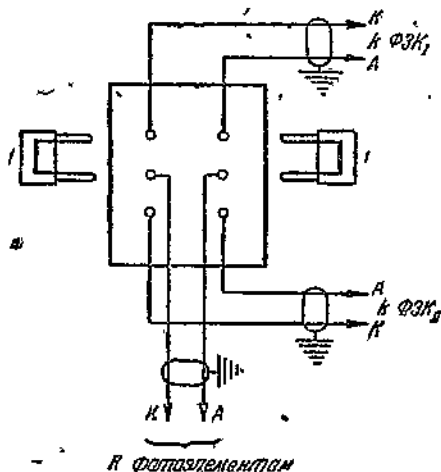


Рис. 372. Схема переключения двух фотозвукосъёмников на рабочий или аварийный фотокаскад

1 — вилки, ножки которых закорочены

$R = 170000 \Omega$, по 350000 — 400000 Ω каждое, или отпаять одно из них ¹⁾. Кроме того, необходимо иметь переключатель той или иной конструкции (на схеме обозначенный буквой П).

Наличие двойного комплекта усилительной аппаратуры (рабочего и аварийного) в аппаратных коммерческих кинотеатров нужно считать обязательным.

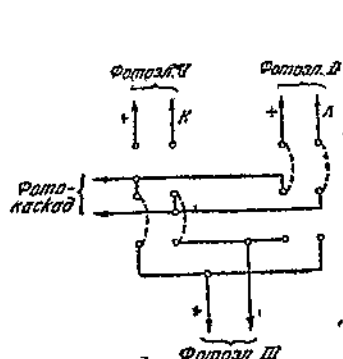


Рис. 373. Схема включения одного фотокаскада на три фотозлемента. Эта схема применяется при трёхлесточной установке ²⁾.

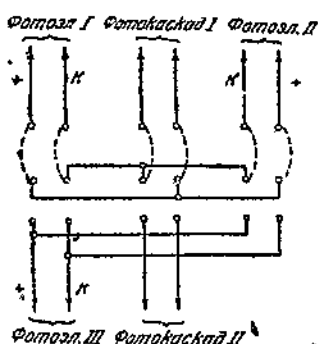


Рис. 374. Схема выключения трёх фотозлемента на рабочий или аварийный фотокаскад.

Для клубов и других общественных учреждений с ограниченным количеством сеансов в месяц во избе-

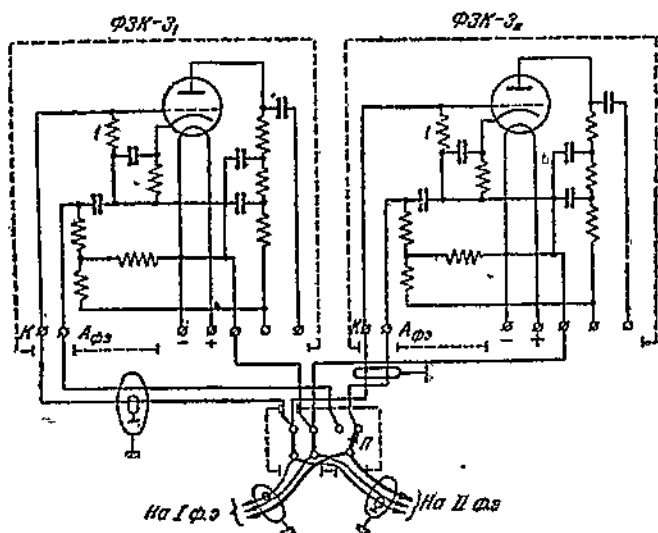


Рис. 375. Схема переключения двух фотозлемента на рабочий или аварийный фотокаскад (переключается только анодная цепь).

жание омертвления средств следует работать с одним комплектом.

¹⁾ В целом ряде случаев при наличии запаса по усилению замены или отпайки сопротивления не требуется.

²⁾ В случае, когда в качестве переключателя используются нормальные штепсельные вилки, необходимо из них удалить фибровую или прессшпановую прокладку. Иначе при работе будут прослушиваться помехи (трески, шорохи).

РАЗМЕЩЕНИЕ УСИЛИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ В КИНОАППАРАТНОЙ

Как показывает практика, в целом ряде случаев помехи, прослушиваемые при работе аппаратуры, происходят по причине ее неправильного размещения. Иногда незначительная перестановка аппаратуры приводит к резкому снижению уровня помех.

Чтобы научиться правильно размещать аппаратуру, разберём ряд примеров.

1. По заданию в аппаратной требуется установить: а) два поста (ТОМП-IV со звуковыми блоками КБ) и б) один комплект усилительной аппаратуры типа УСУ-3 (аварийного комплекта не будет, так как установка клубная). При этом аппаратная имеет планировку и габариты, как указано на рис. 376.

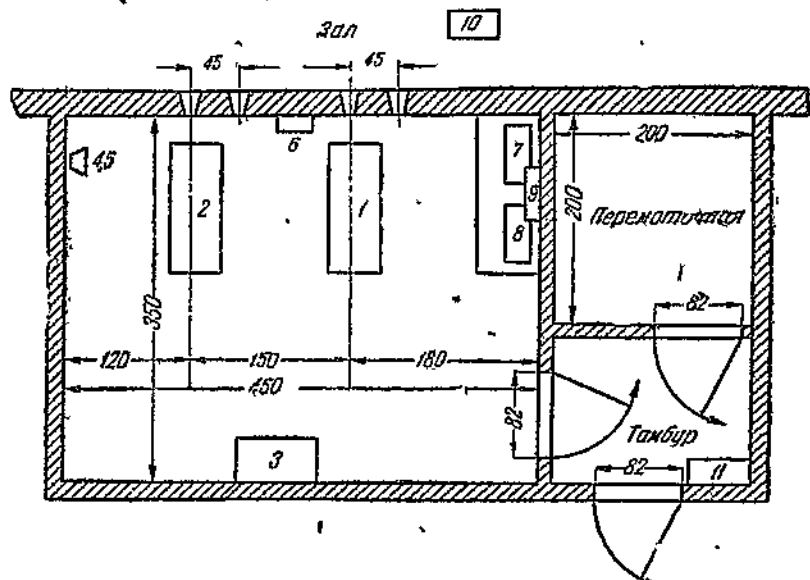


Рис. 376. Размещение аппаратуры в аппаратной

1, 2 — проекторы; 3 — силовой шкаф; 4 — контрольный громкоговоритель; 5 — панель сигнализации; 6 — фотокаскад; 7 — усилитель; 8 — выпрямитель; 9 — циток щЗС; 10 — пульт регулятора громкости; 11 — главный щит (Размеры на рисунке в см)

Где разместить усилительную аппаратуру?

Прежде всего необходимо уточнить требования, которые могут быть предъявлены при размещении аппаратуры, а именно: 1) аппаратура должна быть размещена таким образом, чтобы киномеханик имел к ней свободный доступ и хорошо ее видел; 2) расстояние между отдельными аппаратами усилительного комплекта должно быть как можно меньше (например, между фотоэлементами и фотокаскадом); 3) расстояние между источниками питания (силовой шкаф, распределительный щит, выпрямитель) и усилителем должно быть таким, чтобы не было наводок и температурных влияний; 4) усилительная аппаратура должна хорошо охлаждаться и быть защищенной от механических воздействий; 5) должны быть четко соблюдены и выполнены правила и нормы техники безопасности.

При соблюдении вышеприведенных правил почти в любых условиях можно будет правильно разместить усилительную аппаратуру.

Возвращаясь к нашему примеру, остановимся на размещении аппаратуры, указанным на рис. 376, как наиболее рациональном и отвечающем вышеуказанным правилам. Если габариты аппаратной (ширина) будут меньше, чем в приведенном случае, рекомендуется расставить аппаратуру, как указано на рис. 386, стр. 319, т. е. в специально сделанной железобетонной нише. Такое расположение аппаратуры можно считать весьма удобным, так как в аппаратной не будет выступающих частей.

2. В аппаратной требуется разместить: 1) два проектора КЗС-22; 2) усилительное устройство УСУ-5; 3) сигнализацию; 4) силовой шкаф.

Наилучшим решением задачи будет решение, указанное на рис. 377, вариант А. Неплохим вариантом будет установка УСУ-5 справа от 1-го поста (место В). Устанавливать УСУ-5 на задней стене аппаратной (вместо силового шкафа с перенесением последнего в другое место) не рекомендуется, так как рукоятки управления и приборы будут слишком далеко от киномеханика, что создаст значительные неудобства при эксплуатации. Кроме того, устанавливать силовой шкаф в какое-либо иное место нежелательно, так как при указанном размещении удобно наблюдать за приборами

(их шкафы обычно бывают больших размеров) и положением рукояток. Кроме того при таком расположении силового шкафа концы питания получают наиболее короткими. Ставить же силовой шкаф в непосредственной близости от шкафа УСУ-5 не рекомендуется во избежание наводок и в связи с этим появления помех (фон переменного тока).

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ И МОНТАЖНАЯ СХЕМЫ УСТАНОВКИ

После того как сделана наметка по расстановке аппаратуры в аппаратной, приступают к составлению сначала принципиальной схемы установки, а затем и монтажной.

Принципиальная схема отдельных элементов усилительной аппаратуры обычно дается заводами. Проектировщику остается лишь составить принципиальную схему всего оборудования в целом.

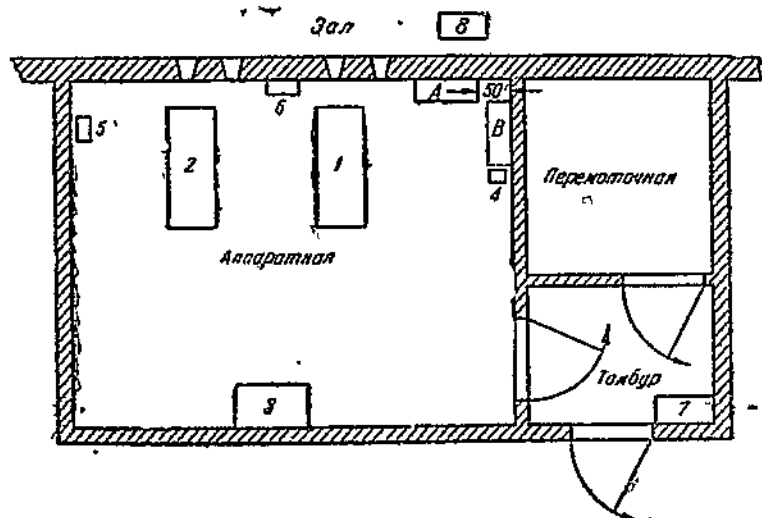


Рис. 377. Расположение УСУ-5 в аппаратной

А и В — наилучшее место для установки; 1, 2 — проекторы; 3 — силовой шкаф; 4 — контрольный громкоговоритель; 5 — сигнализация; 6 — фотокасад ФЭК-5; 7 — главный щит; 8 — пульт регулятора громкости; А и В — усилительное устройство УСУ-5

Для этого на лист бумаги наносят квадраты, обозначающие (рис. 199, стр. 147). отдельные элементы аппаратуры (например, ФЭК; УЭК; ВЭК; ЦЭК; РГ; силовой шкаф и т. д.) и у краёв квадратов ставят те клеммы, которые имеются на этих аппаратах. Все клеммы квадратов соединяются согласно принципиальной схеме, даваемой заводом (для усилительной аппаратуры), и остальные — согласно общему заданию по проектировке.

Экранировка линий указывается на этой же схеме.

Закончив составление общей принципиальной схемы установки, переходят к составлению монтажной схемы (рис. 379Б). Из этого рисунка можно заметить, что каждая труба или линия обозначена определённым номером. Все трубы и те провода, которые заключены в них, а также направление проводок заносятся в специально составленную сводную таблицу, которая при производстве монтажных работ даёт значительные удобства.

На рис. 378, 379А и 379Б, а также в табл. 38 дан пример одного из возможных вариантов оборудования звукового кино, разработанных автором в последнее время.

СПОСОБЫ УСТАНОВКИ УСИЛИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

Как указывалось выше, всю стационарную аппаратуру можно разбить на три типа конструкций: настольную, настенную и на стойках. К первому типу могут быть отнесены: ЗК-1, УСУ-9 и УСУ-3; ко второму — УСУ-5, УСУ-8; к третьему — УСУ-7, УСУ-6 и ТУ-100.

Разберём наиболее приемлемые способы установки указанных типов аппаратуры:

Настольная. Пусть требуется установить один комплект УСУ-9 или УСУ-3. Для его установки может быть предложено четыре способа.

Первый — на специальных полочках-консолях (рис. 380). В этом случае вся проводка между аппаратами осуществляется в стене скрытым способом. Указанный способ монтажа не рекомендуется.

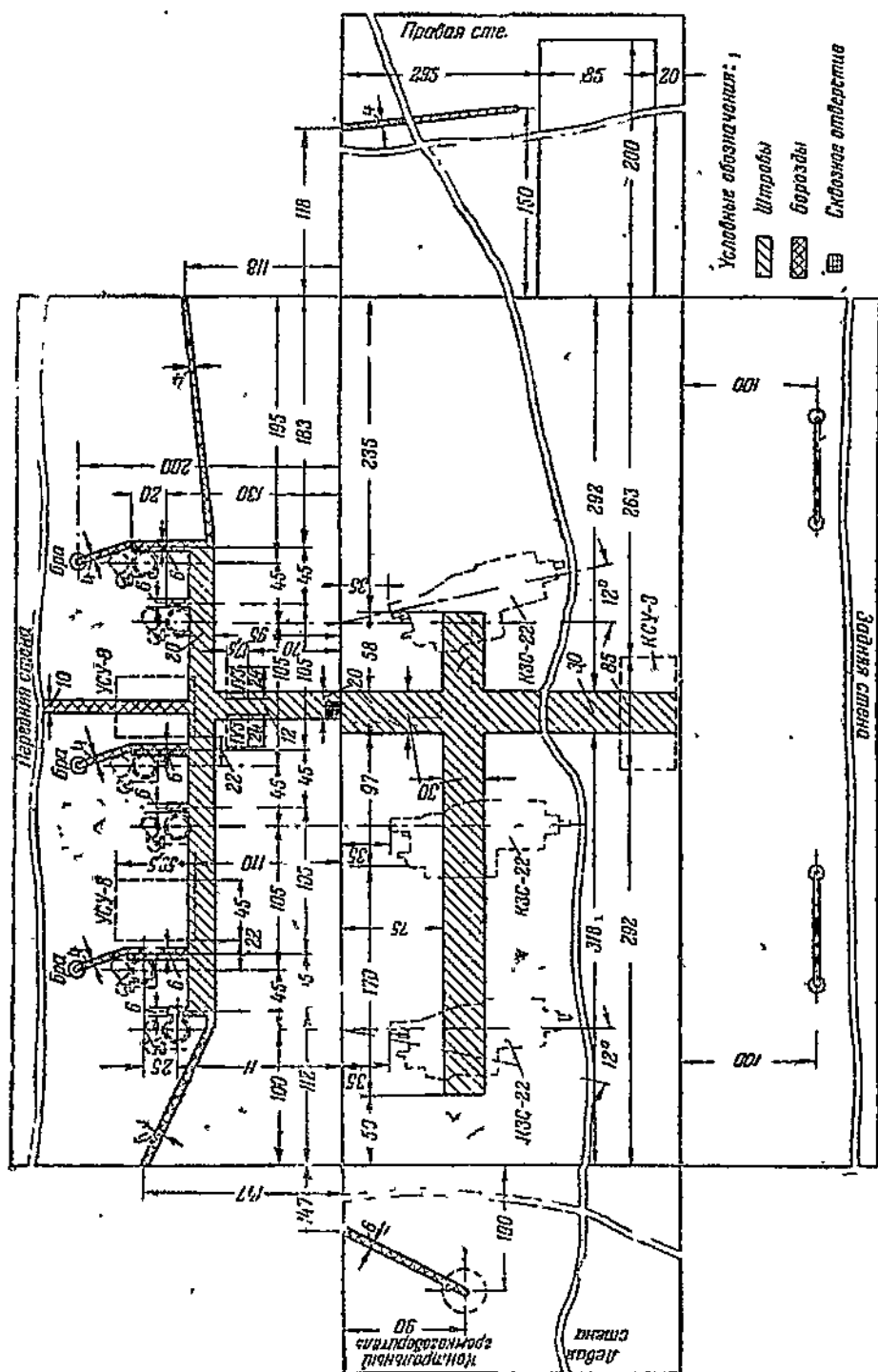


Рис. 378. Строительный чертёж аппаратной УСУ-8

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА

Таблица 38

электропроводок, труб, способов прокладки, применяемых в киностанокке, оборудованной двумя УСУ-8

Кр. спос.- Дов №		Провода		Направление и назначение проводки		Кр. спос.- Дов №		Провода		Направление и назначение проводки		Кр. спос.- Дов №	
№		сечение (в мм ²) длина (в м) в один ко- нец		№		сечение (в мм ²) длина (в м) в один ко- нец		№		сечение (в мм ²) длина (в м) в один ко- нец		№	
1	1-3	1	1-3	От главной электромагнитной (ввод № 1) к электро- сигналу устройству (питание)	21	51-55	От правого шкафа УСУ-8 к усилителю напряжения 1УЗ (приемоу) (А, В, З и Н)	21	51-55	От правого шкафа УСУ-8 к усилителю напряжения 1УЗ (приемоу) (А, В, З и Н)	21	51-55	
2	4-6	2	4-6	От главной электромагнитной (ввод № 2) к электро- сигналу устройству (питание)	22	50-60	От левого шкафа УСУ-8 к усилителю напряжения 1УЗ (левоу) (А, В, З и Н)	22	50-60	От левого шкафа УСУ-8 к усилителю напряжения 1УЗ (левоу) (А, В, З и Н)	22	50-60	
3	7-8	3	7-8	От электроосновного устройства к левому посту (питание дуги)	23	01-62	От левого шкафа УСУ-8 к правому шкафу УСУ-8 (питание лампы просвечивания)	23	01-62	От левого шкафа УСУ-8 к правому шкафу УСУ-8 (питание лампы просвечивания)	23	01-62	
4	9-10	4	9-10	От электроосновного устройства к среднему посту (пи- тание дуги)	24	63-64	От правого шкафа УСУ-8 к громкоговорителям зала (звук)	24	63-64	От правого шкафа УСУ-8 к громкоговорителям зала (звук)	24	63-64	
5	11-12	5	11-12	От электроосновного устройства к правому посту (пи- тание дуги)	25	65-66	От левого шкафа УСУ-8 к громкоговорителям зала (звук)	25	65-66	От левого шкафа УСУ-8 к громкоговорителям зала (звук)	25	65-66	
6	13-14	6	13-14	От электроосновного устройства к автозаслонкам АЗС (питание)	26	67-68	От левого шкафа УСУ-8 к громкоговорителям зала (звук)	26	67-68	От левого шкафа УСУ-8 к громкоговорителям зала (звук)	26	67-68	
7	15-17	7	15-17	От электроосновного устройства к левому посту (пита- ние мотора)	27	69-70	От левого шкафа УСУ-8 к громкоговорителям зала (звук)	27	69-70	От левого шкафа УСУ-8 к громкоговорителям зала (звук)	27	69-70	
8	18-20	8	18-20	От электроосновного устройства к среднему посту (пи- тание мотора)	28	71-73	От левого шкафа УСУ-8 к пульту микшера (З, К, Д) (всобщение)	28	71-73	От левого шкафа УСУ-8 к пульту микшера (З, К, Д) (всобщение)	28	71-73	
9	21-23	9	21-23	От электроосновного устройства к правому посту (пи- тание мотора)	29	74-76	От левого шкафа УСУ-8 к пульту микшера (З, К, Д) (звук)	29	74-76	От левого шкафа УСУ-8 к пульту микшера (З, К, Д) (звук)	29	74-76	
10	24-26	10	24-26	От электроосновного устройства к правому посту (до- п. осветление зала)	30	77-78	От левого шкафа УСУ-8 к контрольному громкогово- рителю (звук)	30	77-78	От левого шкафа УСУ-8 к контрольному громкогово- рителю (звук)	30	77-78	
11	26-27	11	26-27	От электроосновного устройства к люксам аппаратурной (освещение)	31	79-80	От левого шкафа УСУ-8 к контрольному громкогово- рителю (звук)	31	79-80	От левого шкафа УСУ-8 к контрольному громкогово- рителю (звук)	31	79-80	
12	28-29	12	28-29	От электроосновного устройства к правому шкафу УСУ-8 (питание)	32	81-82	От левой проекционной автозаслонки АЗС к левой смот- ровой автозаслонке АЗС (питание электромагниты)	32	81-82	От левой проекционной автозаслонки АЗС к левой смот- ровой автозаслонке АЗС (питание электромагниты)	32	81-82	
13	30-31	13	30-31	От электроосновного устройства к левому шкафу УСУ-8 (питание)	33	83-85	От левой проекционной автозаслонки АЗС к средней проекцион- ной автозаслонке АЗС (питание и общий провод)	33	83-85	От левой проекционной автозаслонки АЗС к средней проекцион- ной автозаслонке АЗС (питание и общий провод)	33	83-85	
14	32-36	14	32-36	От электроосновного устройства в артельный зал к пульту микшера ПЭК-Б (сигнализация)	34	86-88	От средней проекционной автозаслонки АЗС к средней смотровой автозаслонке АЗС (питание и общий провод)	34	86-88	От средней проекционной автозаслонки АЗС к средней смотровой автозаслонке АЗС (питание и общий провод)	34	86-88	
15	47-48	15	47-48	От правого поста к люстре освещения зрительного зала (освещение)	36	89-91	От средней смотровой автозаслонки АЗС к правой проек- ционной автозаслонке АЗС (питание и общий провод)	36	89-91	От средней смотровой автозаслонки АЗС к правой проек- ционной автозаслонке АЗС (питание и общий провод)	36	89-91	
16	43-44	16	43-44	От правого поста к среднему посту (освещение зала)	30	92-94	От правой проекционной автозаслонки АЗС к правой смот- ровой автозаслонке АЗС (питание и общий провод)	30	92-94	От правой проекционной автозаслонки АЗС к правой смот- ровой автозаслонке АЗС (питание и общий провод)	30	92-94	
17	39-40	17	39-40	От правого поста к среднему посту (питание лампы просвечивания)	37	95-96	От правой смотровой автозаслонки АЗС к люстре входной двери в аппаратурную	37	95-96	От правой смотровой автозаслонки АЗС к люстре входной двери в аппаратурную	37	95-96	
18	41-42	18	41-42	От среднего поста к левому посту (питание лампы просвечивания)	38	97-98	От левой смотровой автозаслонки АЗС к бра левого поста (питание)	38	97-98	От левой смотровой автозаслонки АЗС к бра левого поста (питание)	38	97-98	
19	49-50	19	49-50	От правого шкафа УСУ-8 к правому посту (питание лампы просвечивания)	39	99-100	От средней смотровой автозаслонки АЗС к бра среднего поста (питание)	39	99-100	От средней смотровой автозаслонки АЗС к бра среднего поста (питание)	39	99-100	
20	45-46	20	45-46	От среднего поста к левому посту (освещение зала)	40	101-102	От правой смотровой автозаслонки АЗС к бра правого поста (питание)	40	101-102	От правой смотровой автозаслонки АЗС к бра правого поста (питание)	40	101-102	

Примечание. Рисунок 378, 379А и 379Б, а также таблица 38 даны для новейшего варианта монтажа киностанокки.

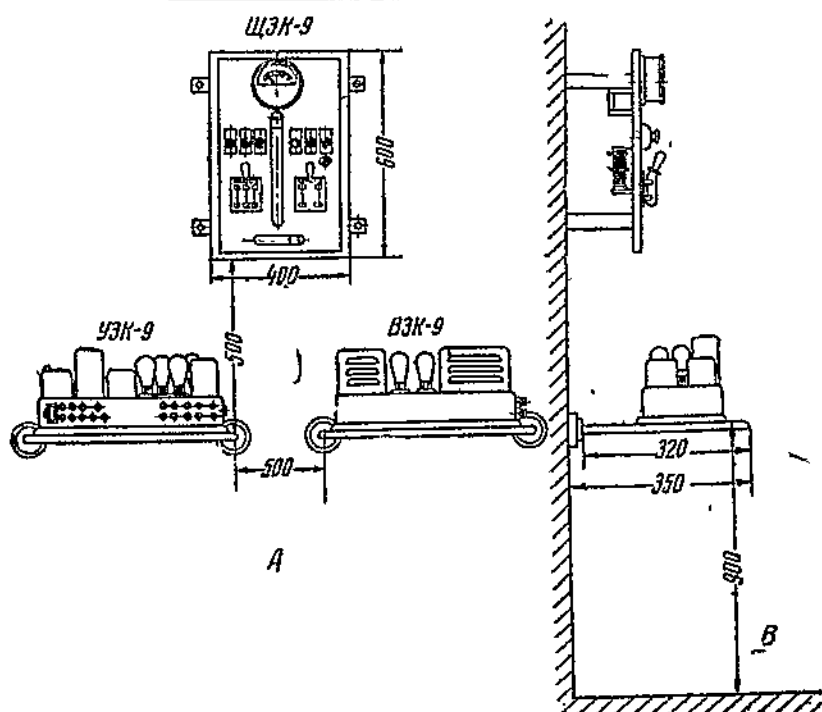


Рис. 380. Монтаж аппаратуры на койсолях-полочках

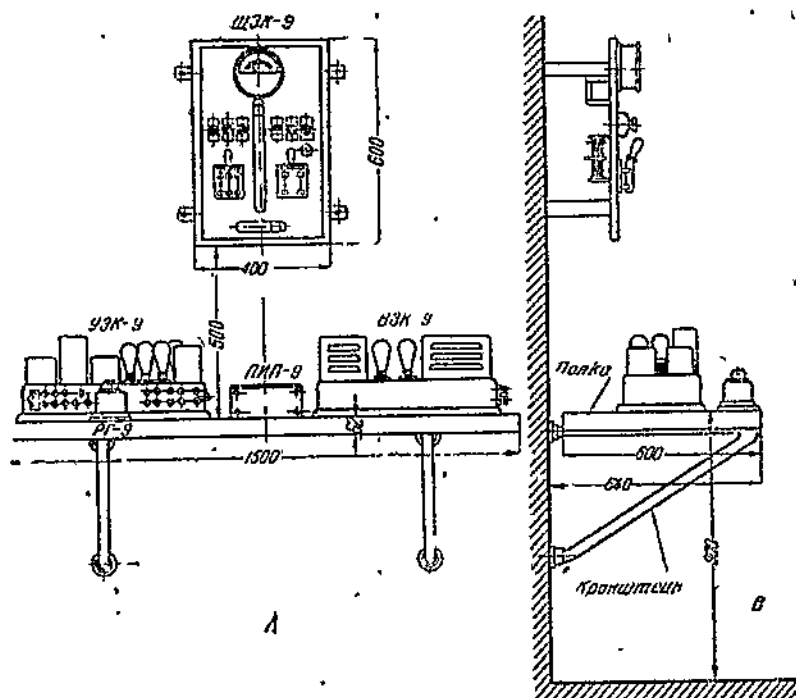


Рис. 381. Монтаж аппаратуры на полке

А — вид спереди; В — вид сбоку

Второй — на специальной полке, на которой устанавливаются все аппараты комплекта (рис. 381); монтаж осуществляется открытым способом под полкой.

Третий — на специальном столе-стеллаже, на котором размещаются все аппараты (рис. 382); монтаж осуществляется открытым способом под стеллажом.

Четвёртый — аппаратура комплекта размещается в специальной металлической этажерке (рис. 383); монтаж осуществляется вдоль стоек этажерки.

Наиболее рекомендуемые способы — третий и четвёртый.

Настенная. Типами настенной конструкции аппаратуры массового выпуска является УСУ-5 и УСУ-8. Данная конструкция рассчитана на подвеску её на стену, для чего на задней стенке шкафа имеются специальные прорези (рис. 384), за которые шкаф подвешивается к специально укреплённым в стене крюкам. Эти крюки изготавливаются из круглого железа 10 мм. При подвеске шкафа УСУ-5 необходимо иметь в виду, что его вес около 100 кг, а поэтому стенка, на которую крепится шкаф, а также сами крючья должны быть достаточной прочности.

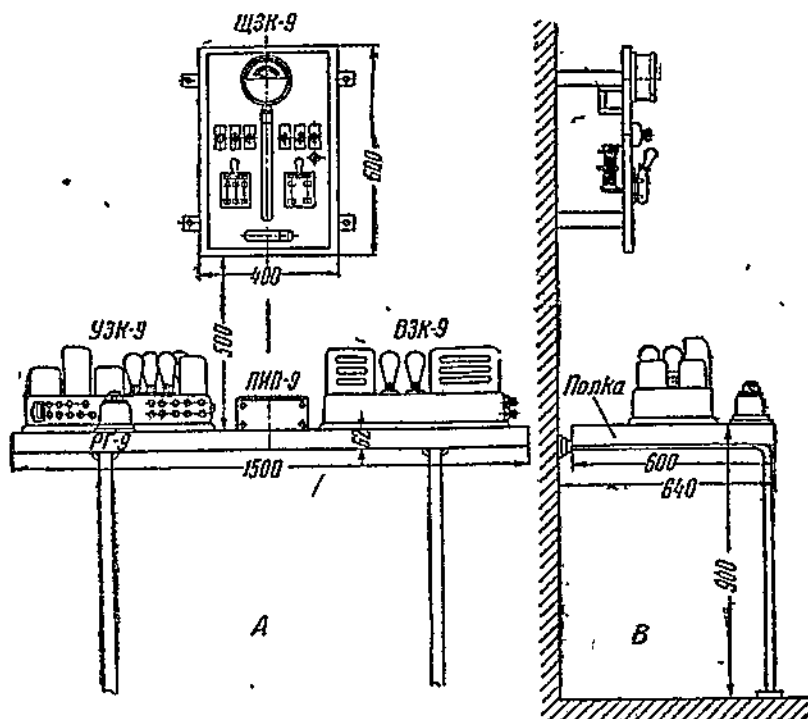


Рис. 382. Монтаж аппаратуры на стеллаже

Шкаф УСУ-5 рекомендуется устанавливать на специальных стойках (рис. 385) с обязательным креплением шкафа ещё и на крючьях. Не исключена возможность, что шкаф УСУ-5 придётся расположить в специальной нише (рис. 386), которая делается несколько больших размеров, чем шкаф УСУ-5. Это необходимо для того, чтобы иметь свободный доступ к монтажу и трубам монтажа (концы), иначе невозможно будет подсоединить концы к шкафу УСУ-5, так как предохранители и расшивочная планка с клеммами в УСУ-5 находятся под дном основания шкафа.

На стойках. Смонтированная на стойке аппаратура позволяет осуществить лёгкий доступ к отдельным деталям усилительного устройства и, следовательно, в условиях эксплуатации представляет значительные удобства.

МОНТАЖ ЛИНИЙ

ПРОВОДА К проводам, применяемым для монтажа линий звукового кино, предъявляют следующие требования: достаточное сечение с точки зрения их нагрева током, падения напряжения и механической прочности, надёжность изоляции.

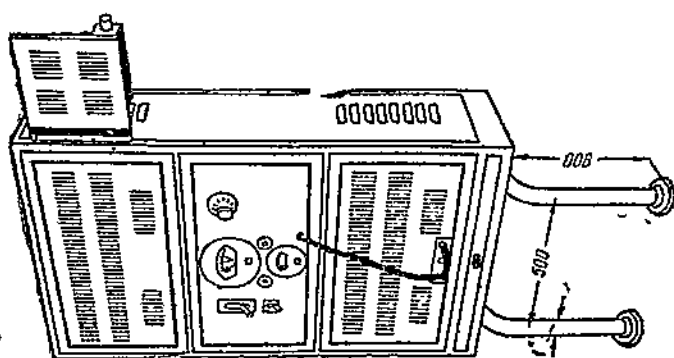


Рис. 385. Шкаф УСУ-3, установленный на специальных стойках

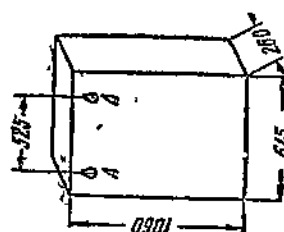


Рис. 384. Шкаф УСУ-5 (вид сверху)
А — отверстия для крепления шкафа

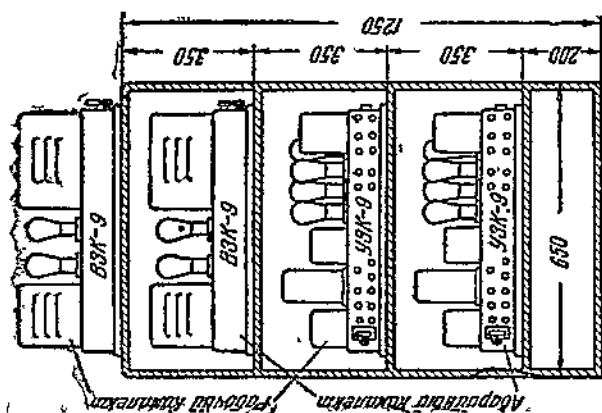


Рис. 383. Монтаж аппаратуры в этажерке

Для расчёта сечения проводов существуют две формулы. Одна из них, служащая для расчёта сечения проводов по максимальной величине плотности тока, заданной нами, имеет выражение:

$$\Delta \geq \frac{I}{q}, \quad (44)$$

где Δ — плотность тока (для медного провода сечением в 1 кв. мм плотность тока не должна превышать при «скрытой» проводке 6 А); I — сила тока, идущая по проводу в амперах; q — поперечное сечение провода в квадратных миллиметрах.

Вторая, наиболее распространённая формула имеет следующее выражение:

$$q = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \rho}{U \cdot e} = \frac{2 \cdot L \cdot \rho}{e \cdot R}, \quad (45)$$

где q — поперечное сечение провода в квадратных миллиметрах; L — длина провода в метрах (в один конец); I — сила тока, идущая по проводу в амперах; ρ — удельное

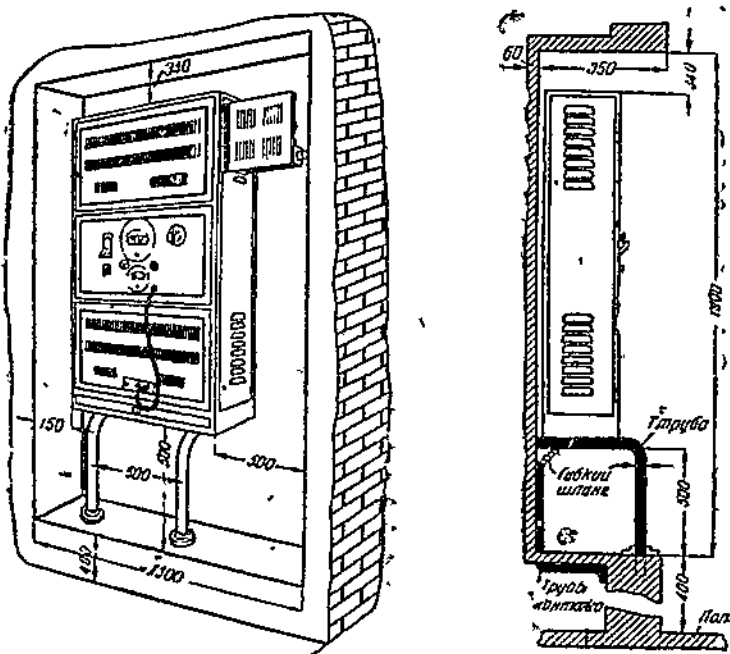


Рис. 386. Установка УСУ-5 в нише
Слева — общий вид ниши; справа — разрез ниши

сопротивление (для меди $\rho = 1/57$); R — сопротивление нагрузки; U — напряжение, подводимое к потребителю; e — относительное падение напряжения, выраженное в процентах.

Из примеров, приведённых ниже, мы заметим, что в ряде случаев выбор сечения провода, произведённый по формуле (45), не удовлетворяет той плотности тока, которая допускается по норме (на 1 кв. мм 6 А), а следовательно, не может быть применима. С другой стороны, производя расчёт по формуле (44), мы не учитываем того относительного падения напряжения, которое происходит на проводах и которое мы не можем не учитывать, так как иначе будет нарушен нормальный режим работы схемы.

Поэтому нам необходимо увязать формулы (44) и (45) между собой через величину относительного падения напряжения (e).

Для этого мы можем применить выражение:

$$e \leq \frac{\Delta \cdot 2 \cdot L \cdot \rho}{U}, \quad (46)$$

которое даёт величину относительного падения напряжения, выраженную через плотность тока,

Ряд проектно-монтажных организаций по оборудованию звукового кино при расчёте сечения проводов, применяя формулу (45), значение относительного падения напряжения на линии принимает равным $\epsilon = 2\%$.

Справедлива ли эта цифра $\epsilon = 2\%$?

Эту цифру автор считает безусловно заниженной.

Для доказательства этого произведём ряд расчётов.

Пример 1. Требуется подсчитать то сечение провода, которое необходимо для линии питания лампы просвечивания.

Дано:

$$I = 2,5 \text{ A}; U = 12 \text{ V}; L = 9,5 \text{ м}; \rho = \frac{1}{57}.$$

Определить q .

Произведём расчёт в двух вариантах:

Вариант I для $\epsilon = 2\%$ (старая норма).

$$q = \frac{2 \times 9,5 \times 2,5}{57 \times 0,02 \times 12} = 3,47 \text{ кв. мм.}$$

Вариант II, предлагаемый автором, для $\epsilon = 4\%$.

$$q = \frac{2 \times 9,5 \times 2,5}{57 \times 0,04 \times 12} = 1,73 \text{ кв. мм.}$$

Для первого варианта вместо провода в 3,47 кв. мм из-за отсутствия такого сечения (провод бывает или в 2,5 кв. мм или 4,0 кв. мм) обычно берут провод в 4 кв. мм.

Для второго варианта можно смело рекомендовать провод в 1,5 кв. мм.

Таким образом, мы видим, что в случае расчёта сечения провода при $\epsilon = 4\%$, мы имеем экономию меди больше чем в 2 раза.

Может возникнуть вопрос: не вызовет ли эта экономия ухудшения качества работы.

Докажем, что в действительности это не так.

Для первого примера мы имеем напряжение источника питания лампы просвечивания в 12 V. Если на линии падает $\epsilon = 4\%$, то на зажимах лампы просвечивания мы будем иметь вместо 12 V — 11,52 V. Отразится ли на уровне громкости уменьшение напряжения лампы просвечивания на 0,48 V? Можно смело сказать, что практически это не скажется.

Кроме того можно сказать, что в нашем распоряжении имеются способы, которые позволяют скомпенсировать падение напряжения на линии. Эти способы следующие (хотя практически это абсолютно никому не нужно):

1. В большинстве случаев усилительное устройство работает с запасом по усилению (рукоятка регулятора громкости РГ находится в каком-то среднем положении), а поэтому, прибавив несколько усиления, мы этим самым уровень громкости можем увеличить.

2. Если лампа просвечивания питается от мотор-генератора ¹⁾ типа МГ (например, в УСУ-9), то, передвигая движок пунтового реостата (рис. 196 и рис. 197) ШР влево на штике ЦЗК-9 до тех пор, пока показания прибора ПИП, штекерная вилка которого вставляется в штекерное гнездо $I_{\text{ли}}$ на щитке ЦЗК-9, не будут соответствовать величине в 2,5 A (шкала прибора ПИП — 4,5 A).

При этом несколько возрастёт напряжение накала лампы ПО-119 фотокаскада, что роли не играет и какой-либо регулировки не требует, хотя это и возможно сделать, передвигая ползунок сопротивления R_{31} .

В УСУ-3 напряжение на клеммах ЛП практически несколько выше 12 V, а поэтому никакой регулировки не нужно.

Возникает вопрос, не будут ли нагреваться провода линии питания лампы просвечивания?

Для того чтобы ответить на этот вопрос, подставляя значение q (для нашего случая $q = 1,5$) и I в формулу (44), производим подсчёт для Δ ; имеем:

$$\Delta = \frac{I}{q} = \frac{2,5}{1,5} \cong 1,7 \text{ A на 1 кв. мм,}$$

а следовательно, мы весьма далеки от нормы 6 A/кв. мм, и о каком-либо перегреве провода не может быть и речи.

¹⁾ Мотор-генератор типа МГ ошибочно называют «умформер».

Пример 2. Требуется подсчитать сечение провода, необходимого для линии накала электронной лампы фотокасида.

Дано: $I=1\text{A}; U=3,9\text{V}; L=6\text{ м}; \rho=\frac{1}{57}$.

Определить q .

Снова произведём расчёт в двух вариантах:

Вариант I. Для $\epsilon=2\%$ (старая норма).

$$q = \frac{2 \times 6 \times 1}{57 \times 0,02 \times 3,9} = 2,66 \text{ кв. мм.}$$

Вариант II. Для $\epsilon=4\%$.

$$q = \frac{2 \times 6 \times 1}{57 \times 0,04 \times 3,9} = 1,33 \text{ кв. мм.}$$

Обычно для первого варианта неправильно берут провод вместо 2,66 кв. мм даже не 2,5 кв. мм (что и так много), а следующее, имеющееся в продаже сечение, в 4 кв. мм.

Для второго варианта нужно взять вместо 1,33 кв. мм (такого сечения не бывает) провод в 1,5 кв. мм.

Снова налицо экономия меди на сечении провода в два раза. На нити накала вместо 3,9 V мы будем иметь около 3,7 V, что, конечно, на работе лампы не отразится ни в какой мере. Интересно отметить, что на основании измерений снижение накала до 3,2 V абсолютно не сказывается на нормальном режиме лампы.

Для проверки правильности выбора сечения провода с точки зрения допустимой плотности тока подставляем значения для q и I в формулу (44), имеем:

$$\Delta = \frac{I}{q} = \frac{1}{1,5} = 0,7\text{A на 1 кв. мм.}$$

что опять далеко от нормы в сторону преуменьшения.

Пример 3. Требуется подсчитать необходимое сечение провода для звуковой линии, идущей от выхода усилителя УЗК-3 к громкоговорителям ГДЦ-8 зала.

Для этого воспользуемся формулой (45). В данном случае значение $R_g = 20 \Omega$ (звуковые катушки громкоговорителей ГДЦ-8 включаем между собою последовательно¹⁾); $L=50\text{ м}; \rho=\frac{1}{57}$.

Расчёт, как и прежде, ведём по двум вариантам:

Вариант I. Для $\epsilon=2\%$ (старая норма).

$$q = \frac{2 \cdot L \cdot \rho}{\epsilon \cdot R} = \frac{2 \times 50}{57 \times 0,02 \times 20} = 4,38 \text{ кв. мм.}$$

Вариант II. Для $\epsilon=4\%$.

$$q = \frac{2 \times 50}{57 \times 0,04 \times 20} = 2,19 \text{ кв. мм}$$

Проверка правильности выбора сечения проводов с точки зрения плотности тока, как и прежде, производится по формуле $\Delta = \frac{I}{q}$, но для этого сначала мы определяем значение для I из известной нам формулы: $P = I^2 R$.

Для нашего случая $P = 9\text{ W}$ (усилитель УЗК-3); $R = 20 \Omega$; подставляя, имеем:

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \frac{\sqrt{9}}{\sqrt{20}} \cong 0,67\text{A.}$$

Для варианта I:

$$\Delta = \frac{I}{q} = \frac{0,67}{4,38} \cong 0,15\text{A на 1 кв. мм.}$$

¹⁾ При двух громкоговорителях их звуковые катушки рекомендуется включать последовательно.

Для варианта II:

$$\Delta = \frac{I}{q} = \frac{0,67}{2,19} \approx 0,3\text{А на } 1 \text{ кв. мм},$$

следовательно, оба варианта выбора сечения провода вполне удовлетворяют норме (6А на 1 кв. мм сечения) по плотности тока.

На каком же сечении остановиться: 4,38 кв. мм или в 2,19 кв. мм?

Ответ может быть только один: на 2,19 или, верней, на 2,5 кв. мм (провода сечением в 2,19 не бывает).

Должны ли мы опасаться, что потери на линии будут значительны?

Ответом будет служить маленький расчёт. Для расчёта можно использовать формулу:

$$\eta \approx \frac{1}{(1+\epsilon)} \cdot 100\%, \quad (47)$$

где η — коэффициент полезного действия; ϵ — относительное падение напряжения, выраженное в относительной величине:

Для нашего случая будем иметь:

$$\eta \approx \frac{1}{(1+\epsilon)} \cdot 100 \approx \frac{100}{(1+0,04)} \approx 96,15\%.$$

Следовательно, потеря мощности на линии будет: $100 - 96,15 \approx 3,85\%$; т. е. около 0,36 Вт; такой потерей мощности мы смело можем пренебречь.

Из трёх приведённых примеров нужно сделать вывод: если длина линии значительна (более 10 м) и рабочее напряжение низкое (не более 25 В), то расчёт сечения провода ведём только по формуле (45) и величину относительного падения напряжения принимаем равной $\epsilon \approx 4\%$.

Разберём ещё ряд примеров:

Пример 4. Требуется подсчитать сечение проводов для линии питания усилительного устройства УСУ-5 (от сети переменного тока).

Дано $I \approx 4\text{А}; U = 110\text{ В}; L = 6\text{ м}; \rho = \frac{1}{57}.$

Определить q .

Вариант I: Для $\epsilon = 2\%$ (старая норма).

$$q = \frac{2 \times 6 \times 4}{57 \times 0,02 \times 110} = 0,38 \text{ кв. мм} \approx 0,4 \text{ кв. мм}.$$

Вариант II. Для $\epsilon = 4\%$.

$$q = \frac{2 \times 6 \times 4}{57 \times 0,04 \times 110} = 0,19 \text{ кв. мм} \approx 0,2 \text{ кв. мм}.$$

Проверим правильность произведённого нами выбора сечения провода с точки зрения допустимой плотности тока.

Подставляя значения для q и I в формулу (44), имеем:

Для варианта I

$$\Delta \approx \frac{I}{q} = \frac{4}{0,4} = 10\text{А на } 1 \text{ кв. мм}.$$

Для варианта II

$$\Delta \approx \frac{I}{q} = \frac{4}{0,2} = 20\text{А на } 1 \text{ кв. мм}.$$

Как было выше указано, максимальная плотность тока на 1 кв. мм допускается в 6А. В данном же случае для того и другого варианта мы имеем плотность тока, значительно превышающую указанную норму.

Как же быть в данном случае, т. е. при короткой длине линии и высоком напряжении расчёт сечения проводов произво-

дится непосредственно по формуле (44) для допустимой плотности тока, а именно:

$$q = \frac{I}{\Delta} = \frac{4}{6} \approx 0,7 \text{ кв. мм.}$$

Наиболее подходящим проводом, имеющимся на рынке, будет провод в 0,75 кв. мм.

В заключение приведём ещё один пример.

Пример 5. Требуется подсчитать необходимое сечение проводов для линии питания анодной цепи усилителя УЗК-3 (цепь A_1).

$$\text{Дано } I = 130 \text{ мА} = 0,13 \text{ А; } U = 330 \text{ В; } L = 4 \text{ м; } \epsilon = 4 \%; \rho = \frac{1}{57}.$$

Определить q .

В связи с тем, что в данном примере мы имеем высокое напряжение и короткую длину линии, определение q ведем по формуле (44) для допустимой плотности тока. Имеем:

$$q = \frac{I}{\Delta} = \frac{0,13}{6} = 0,021 \text{ кв. мм.}$$

Мы получили сечение провода, которое весьма ненадежно в механическом отношении, поэтому линии анодных цепей, линии фотоэлементов, а также входные линии осуществляются без расчета проводом 0,75 — 1 кв. мм.

Для обеспечения работы звуковой установки без помех (трески, шорохи, подсыпания), которые могут быть вызваны ненадежностью контактов в линиях, для монтажа их, особенно линий, по которым проходит звуковая частота, необходимо применять только медные провода и притом только цельные куски.

По электротехническим правилам и нормам пайка проводов при скрытой проводке воспрещается.

В тех случаях, когда всё же приходится соединять два медных конца между собою (при открытой проводке или в коробке при скрытой), применяется горячая пайка оловом с использованием в качестве флюса только канифоли (применение для пайки кислоты или иных кислотных флюсов воспрещается).

При пайке концов проводов нужно следить, чтобы не было чрезмерного перегрева проводов во избежание порчи их изоляции (о пайке см. стр. 369). Все концы проводов для подсоединения под клеммы должны быть залужены и снабжены наконечниками (рис. 387) или залужены и изогнуты в виде петель. В тех же случаях, когда концы должны быть припаяны к выводам в аппаратуре (как в ФЗК-3 к лепесткам), необходимо применять, как указано выше, горячую пайку оловом с канифолью. Когда пайка закончена, проверяют ее надежность; для этого следует потянуть за провод, применяя некоторое усилие. В случае плохой или сомнительной пайки рекомендуется снова пропаять место соединения проводов.

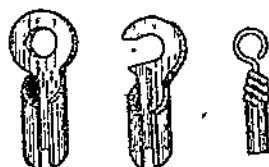


Рис. 387. Наконечники для проводов

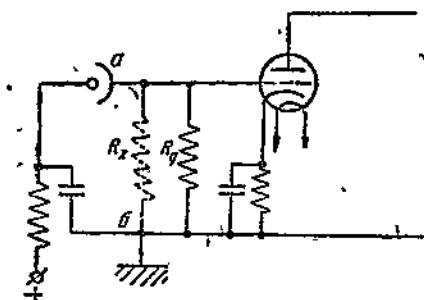


Рис. 388. Паразитная утечка R_x может вызвать при работе усилителя помехи (трески, шорохи)

Переходя к вопросу об изоляции провода, необходимо указать на то значение, которое она имеет в условиях нормальной безаварийной работы звукового кино.

Для уяснения этого полезно будет разобрать следующие примеры. Предположим, что мы имеем какой-то каскад усиления низкой частоты и что провод a цепи управляющей сетки имеет паразитную утечку на землю, обозначенную на рис. 388 буквой R_x (сопротивление, изображенное пунктиром). В этом случае мы будем

иметь два включённых в параллель сопротивления — сопротивление утечки сетки R_g и сопротивление паразитной утечки R_x .

В зависимости от температуры, влажности воздуха и других причин величина паразитной утечки будет изменяться и — как следствие — работа установки будет сопровождаться помехами.

Приведём еще один пример. В аппаратной переход с рабочего комплекта аппаратуры на аварийный осуществляется путём переключения нормальной осветительной вилки, к штырькам которой подсоединены концы проводов от фотоэлементов. При работе установки появились сильные трески и шорохи. При исследовании причин помех выяснилось, что в штепсельной вилке при её зарядке была оставлена прессшпановая прокладка (между штырьками вилки), которая вызывала утечку по прессшпану между штырьками, т. е. между проводами входной цепи усилителя.

Аналогичный случай неоднократно наблюдался, когда концы проводов входной цепи усилителя были изолированы изоляционной лентой. Оказалось, что изоляционная лента не обладает хорошими изоляционными свойствами, а поэтому применять её во входных цепях не следует.

После устранения прессшпановой прокладки из вилки и изоляционной ленты установка стала работать без каких-либо помех (тресков и шорохов).

Нужно помнить, что высокая изоляция входных цепей обеспечит работу без помех.

Утечки в цепях выпрямленного напряжения (в выпрямителях) могут привести к окончательному разрушению изоляции проводов высоким напряжением, вызывая короткое замыкание и одну из аварий, описанных в разделе «Аварии усилительной аппаратуры» (стр. 344).

ВНИМАНИЕ! Во избежание появления тресков и шорохов избегайте применять во входных цепях усилителя изоляционную ленту.

Следовательно, на изоляцию проводов должно быть обращено сугубое внимание. Поэтому большинство проводов (за исключением провода марки «магнето») заключают в эбонитовые трубки, т. е. полутвёрдые трубки из вулканизированной резины.

Прежде чем говорить о способах прокладки линий в эбонитовых трубках, необходимо сказать о марках проводов. Вообще существует много марок проводов, но для монтажа линий звукового кино наиболее желательными будут следующие марки проводов.

ПР-380 — для линий менее ответственных (например, линий питания ламп просвечивания, возбуждения громкоговорителей, питания дуг и т. д.). Эти линии прокладываются в эбонитовых трубках, заключённых в железные трубы (прокладка провода ПР-380 только в эбонитовых трубках без железных труб при скрытой¹⁾ проводке по «Электротехническим правилам и нормам» не разрешается).

ПР-500 — для линий более ответственных (например, все звуковые линии, за исключением линий от фотоэлементов к фотокасаду²⁾), проложенных при скрытой проводке в эбонитовых трубках или в эбонитовых трубках и железной трубе (прокладка провода ПР-500 в стенах в железной трубе без эбонитовых трубок по ЭП и Н разрешается, прокладка же провода ПР-500 в стене без эбонитовых трубок или железной трубы — не разрешается).

«Магнето» — для всех линий при скрытой проводке в железных трубках или без них (см. ниже об экранировке линий).

Наиболее желательными проводами будут две последние марки.

В табл. 39 и 40 приведены все необходимые данные для проводов марки ПР-380 и ПР-500.

СПОСОБЫ ПРОКЛАДКИ ЛИНИЙ. Переходя к вопросу о прокладке линий в эбонитовых трубках скрытым способом, прежде всего необходимо указать, что согласно § 145 ЭП и Н скрытая прокладка изолированных проводов в эбонитовых трубках разрешается только при напряжении до 500 В.

Для прокладки эбонитовых трубок в стенах делают борозды соответствующих размеров (в самой стене, а не в её штукатурке). При этом направление ли-

¹⁾ Под «скрытой» проводкой понимается проводка, идущая внутри стен. Под открытой проводкой понимается проводка по стенам на роликах.

²⁾ О способах прокладки и применяемых проводах для цепей фотоэлементов см. стр. 334.

ний должно быть как можно короче и без острых углов (радиус закругления не менее 15 наружных диаметров трубки), так как в противном случае будет затруднено дальнейшее протаскивание проводов (эбонитовые трубки укладываются в борозды стен и закрепляются в них с помощью жидкого алебаstra без проводов).

ВНИМАНИЕ! Цемент вредно действует на эбонитовые трубки, поэтому укладку последних на цементе не следует делать.

В случае, если эбонитовые трубки окажутся недостаточной длины (они бывают около 2 м), их можно нарастить (хотя это менее желательно). Для этого два конца соединяемых трубок должны быть ровно обрезаны и их концы (место стыка) покрывают тонким слоем горячего чаттертона. Затем оба конца вставляют в эбонитовую трубку большего диаметра длиной в 120—150 мм и снова заливают чаттертоном с последующей обмоткой изоляционной лентой.

Когда закончена укладка эбонитовых трубок и они просохли (на это должно быть обращено весьма серьёзное внимание), внутрь трубок насыпают тальк (путём продувания талька через всю трубку; дуть в трубку со стороны насыпанного талька, с другого конца полетит белая «пыль») и затем сквозь трубки осторожно проталкивается оцинкованная вязальная проволока $\varnothing 1,5$ мм. При этом необходимо следить, чтобы конец проволоки не был острым; для этого его загибают в виде кольца.

К продёрнутой таким путем проволоке надёжно привязывают конец провода; протерев тальком провод, один человек осторожно втягивает его внутрь эбонитовой трубки, в то время как второй с другого конца вводит провод в трубку.

Тянуть нужно очень осторожно, иначе острый конец проволоки или провода (если он случайно остался) может прорезать эбонитовую трубку, чем будет нарушено качество изоляции. Такую трубку лучше заменить новой.

Необходимо помнить, что протаскивание проводов в трубках длиной свыше 10 м затруднительно, а поэтому через каждые 10 м рекомендуется ставить специальные коробки или ящики (рис. 389).

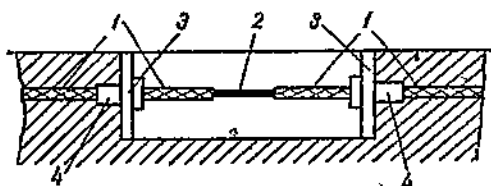


Рис. 389. Устройство ящика
1 — эбонитовые трубки; 2 — провод; 3 — деревянный ящик; 4 — фарфоровые втулки

Концы эбонитовых трубок покрываются горячим чаттертоном и на них надевают воронки или трубки, подбирая их по табл. 39—40.

В каждой эбонитовой трубке рекомендуется прокладывать провода, принадлежащие одной цепи (например, плюс высокого напряжения и его минус, или оба провода накала и т. д.).

В заключение можно ответить на вопрос: какие линии в аппаратной звукового кино можно вести в эбонитовых трубках без экранов (железных трубок)?

ПОМЕХИ. Прежде всего разберём, что такое экранировка и зачем она нужна.

Известно, что электрический ток, проходя по проводу, создаёт вокруг него магнитное поле, которое будет постоянным при постоянном токе и переменным при переменном токе. Магнитные силовые линии, пересекая рядом находящиеся провода, создают на них э. д. с. индукции, величина которой будет больше, чем ближе расположены между собой провода (провод, по которому идет ток, и провод, в котором индуцируется э. д. с.) и чем больше сила тока и, наоборот, тем меньшую э. д. с., чем дальше эти провода друг от друга и чем меньше сила тока.

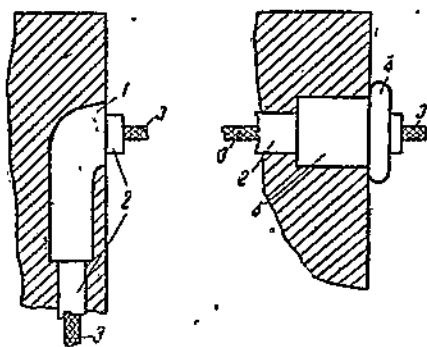


Рис. 390. Способы установки воронок и втулок при монтаже

1 — фарфоровая воронка; 2 — эбонитовая трубка; 3 — провод; 4 — фарфоровая втулка

ременном токе. Магнитные силовые линии, пересекая рядом находящиеся провода, создают на них э. д. с. индукции, величина которой будет больше, чем ближе расположены между собой провода (провод, по которому идет ток, и провод, в котором индуцируется э. д. с.) и чем больше сила тока и, наоборот, тем меньшую э. д. с., чем дальше эти провода друг от друга и чем меньше сила тока.

Сечение провода (в мм²)		Продолжительная работа		Повторно-кратковременная работа	Наружный диаметр (в мм)		Вес 1000 м (в кг)	Втулки сквозняковые по ГОСТ 4048				Воронки по каталогу ГЭТ 1925 г.			
		Наибольший допустимый ток (в А)	Номинальный ток соответствующих плавких предохранителей (в А)					тип	внутренний диаметр (в мм)	наружный диаметр (в мм)	приблизительный вес 1000 шт. (в кг)	тип	внутренний диаметр (в мм)	наружный диаметр (в мм)	приблизительный вес 1000 шт. (в кг)
1	11	6	11	2,7	17	5	BB-9	9	13	6,2	B-6	9	13	13	13
1,5	14	10	14	3,0	22	7	BB-11	11	15	10,0	B-10	—	—	—	—
2,5	20	15	20	3,4	33	7	BB-11	11	15	10,0	B-10	—	—	—	—
4	25	20	25	3,8	48	7	BB-11	11	15	10,0	B-10	—	—	—	—
6	31	25	31	6,3	67	9	BB-13,5	13,5	18	15,3	B-16	16	21	21	40
10	43	35	60	5,6	110	9	BB-13,5	13,5	18	15,3	B-16	16	21	21	40
16	75	60	105	8,1	185	11	BB-16	16	21	19,0	B-35	20	25	25	55
25	100	80	140	9,4	275	13,5	BB-23	23	29	22,0	B-70	23	29	29	82
35	125	100	175	10,5	375	16	BB-23	23	29	22,0	B-95	30	36	36	110
50	160	125	225	12,3	520	16	BB-23	23	29	22,0	B-95	30	36	36	110

¹⁾ Провод ПР-380 может быть проложен при скрытой прокладке только в железной трубе с обязательным заключением его в эбонитовую трубку.

²⁾ Сечения свыше 10 кв. мм приведены в таблице, исходя из применения этих проводов для монтажа линий прожекторных ламп.

ПР-500 (с медными жилами) *																
Повторно-кратковременная работа				Установочные материалы												
Сечение провода (в мм) **	Наибольший допустимый ток при температуре окружающей среды не выше 30°C и повышенном тем-пературе провода на 20°C (в А)	Номинальный ток соответствующих плавких предохранителей (в А)	Наибольший допустимый ток (в А)	Наружный диаметр (в мм)	Вес 1000 м (в кг)	Трубки абонитовые для скрытой прокладки внутреннего диаметра (в мм)			Железные трубки для про-кладки в них проводов внутреннего диаметра (в дюймах)	Фарфоровые втулки по ОСТ 4048						
						Количество прокладываемых проводов в одной трубке				Количество прокладываемых проводов в одной трубке			тип *)	внутренний диаметр (в мм)	наружный диаметр (в мм)	примечание: при весе 1 000
						один	два	три или четыре		один	два	три или четыре				
1	11	6	11	3,3	21	9	11	16	3/8	1/2	3/4	ВВ-11	11	15	10,0	
1,5	14	10	14	3,6	27	9	13,5	16	3/8	1/2	3/4	ВВ-11	11	15	10,0	
2,5	20	15	20	4,4	43	11	16	16	3/8	3/4	3/4	ВВ-11	11	15	10,0	
4	25	20	25	4,8	60	11	16	23	1/2	3/4	3/4	ВВ-11	11	15	10,0	
6	31	25	31	5,3	80	13,5	16	23	1/2	3/4	1	ВВ-16	16	21	10,0	
10	43	35	60	7,3	130	13,5	23	29	1/2	1	1 1/4	ВВ-23	23	29	19,0	
16	75	60	105	9,1	210	16	23	29	3/4	1	1 1/2	ВВ-29	29	36	22,0	
25	100	80	140	10,9	310	16	29	36	3/4	1 1/4	1 1/2	ВВ-29	29	36	46,0	
35	125	100	175	11,9	415	16	29	36	3/4	1 1/4	2	ВВ-36	36	44	46,0	
50	160	125	225	13,9	570	23	36	—	1	1 1/2	2	ВВ-36	36	44	65,0	

¹⁾ Провод ПР-500 может быть проложен при скрытой прокладке только в абонитовой трубке или в железной трубке или в той и другой одновременно.

²⁾ Сечения свыше 10 кв. мм приведены в таблице, исходя из применения этих проводов для монтажа линий трансформационных ламп.

³⁾ Тип фарфоровой втулки относится к диаметру трубы, указанной в графе «три или четыре» (железные трубы).

Таким образом, если, например, в аппаратуре вольтова дуга или мотор проектора питаются переменным током, проходящим по проводам, расположенным недалеко от линий «входа» усилительного устройства, которые недостаточно или совсем не заэкранированы, то на этих проводах индуцируется переменная э. д. с. и, следовательно, усилительное устройство вместе с полезным сигналом усилит и наведённую э. д. с. помех, в результате чего в громкоговорителях будет прослушиваться фон, т. е. появятся помехи. Это — помехи индуктивные.

Одновременно между линией «входа» усилительного устройства и проводами, по которым проходит переменный ток, всегда имеется некоторая ёмкость. Так, например, из рис. 391 мы видим, что между проводом А одной из трёх фаз (линия пи-

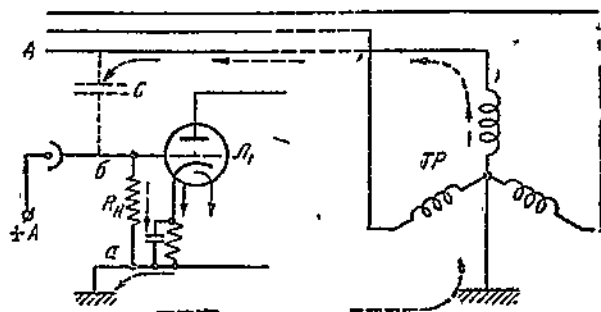


Рис. 391. При отсутствии надёжного заземления гибкого шланга линии фотоэлемента или его полного отсутствия (шланга) между проводом сети А и проводом б линии фотоэлемента появится паразитная ёмкость, через которую пойдёт переменный ток сети, вызывая на R_n падение напряжения помех. В громкоговорителях будет прослушиваться сильный фон

тания мотора проектора) и линией, идущей от катода фотоэлемента к управляющей сетке электронной лампы L_1 , существует некоторая паразитная ёмкость С.

В этом случае мы будем иметь замкнутую цепь для переменного тока сети, а именно: конец 1 обмотки трансформатора ТР, провод сети А, паразитная ёмкость С между проводом сети А и линией входа б, нагрузочное сопротивление R_n , «земля» и, наконец, второй конец трансформатора ТР 1).

В этой цепи будет проходить переменный ток, который на нагрузочном сопротивлении R_n создаст падение напряжения помех, которые будут усилены одновременно с полезным сигналом, в результате чего в громкоговорителях будет прослушиваться фон, т. е. появятся помехи.

Это помехи электростатические, или ёмкостные.

Какие же помехи наиболее опасны с точки зрения величины: магнитные или электростатические (ёмкостные)?

Для ответа решим следующий пример.

Пусть для схемы рис. 391 дано: $R_n = 200\,000\ \Omega$; напряжение сети $U_{сети} = 220\text{ В}$; частота тока сети $f = 50$ периодов; паразитная ёмкость между проводом сети А и линией фотоэлемента $C = 1\ \mu\text{Ф}$; напряжение полезного сигнала на R_n $U_{сигнал} = 12\text{ мВ}$.

Требуется определить напряжение помех на входе усилителя (напряжение помех на сопротивлении R_n).

Воспользуемся формулой:

$$U_{помех} = U_{сети} \frac{R_n}{\sqrt{R_n^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}}} \quad (48)$$

Величиной R_n^2 мы можем пренебречь, так что формула (48) примет следующий вид:

$$U_{помех} = U \frac{R}{\sqrt{\frac{1}{\omega^2 C^2}}} = U \cdot R \cdot \omega C. \quad (49)$$

1) Путь переменного слагающей обозначен пунктирными стрелками.

Подставляя наши значения, имеем:

$$U_{\text{помех}} = 220 \cdot 200 \cdot 000 \cdot 314 \cdot 1 \cdot 10^{-12} = 2,2 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} = \\ = 13,8 \cdot 10^{-3} \text{ В} = 13,8 \text{ мВ.}$$

Для доказательства того, что в аппаратуре между проводами всегда существует величина паразитных ёмкостей, достаточная, чтобы вызвать при работе установки ёмкостные помехи, разберём следующий пример.

Пусть даны два провода, имеющие диаметр в 1 мм, длину по 10 см каждый и расположенные между собою на расстоянии 4 м. Требуется определить величину ёмкости между этими проводами. Тогда на основании формулы

$$C = \frac{L}{4 \lg \frac{l}{r}}, \quad (50)$$

где C — величина паразитной ёмкости в см; L — длина провода в см; l — расстояние между проводами в см; r — радиус провода в см. Подставляя наши значения, имеем:

$$C = \frac{10}{4 \lg \frac{400}{0,05}} = \frac{10}{4 \cdot 3,9} \approx 0,65 \text{ см.}$$

Практически же паразитные ёмкости могут достигать значительно больших величин.

Таким образом оказывается, что достаточно существовать ничтожной ёмкости всего лишь в 1 пф, как на входе появляется напряжение помех, величина которого — одного порядка с полезным сигналом. В громкоговорителях будет прослушиваться сильный фон, заглушающий основную передачу, которая в данном случае будет искажена.

Для доказательства, что для линий звукового кино наиболее опасны электростатические помехи, автор считает возможным привести эксперименты, проведённые на заводе Ленкинап.

В задачу экспериментов входило: выяснить вопрос — какие помехи сильнее влияют на линию входа: индуктивные или электростатические (ёмкостные).

Для этого было взято усилительное устройство типа УСУ-5, на выход которого был включён осциллограф. На экране последнего можно было наблюдать форму кривой помех.

Линия входа представляла собою два провода длиной 1 м, заключённых в алюминиевый гибкий шланг, который с одного конца был надёжно закреплён в муфте фотокаскада ФЭК-5, другой конец был свободен. Из этого гибкого шланга выходило два конца проводов (катод и анод цепи фотоэлемента) длиной по 100 мм каждый, фотоэлемент не был включён¹⁾. Концы гибкого шланга непосредственно подносились близко к автотрансформатору и дросселям (ЩЭК-5), магнитные поля которых велики.

На экране осциллографа появились причудливой формы кривые — помехи.

Чтобы убедиться, какие это помехи — индуктивные или электростатические (ёмкостные) — свободные концы, выходящие из гибкого шланга, были плотно обернуты алюминиевой фольгой, которая в начале эксперимента не была заземлена. При поднесении концов к автотрансформатору на экране осциллографа появились помехи. Но стоило заземлить фольгу, как помехи исчезали полностью.

Следовательно, наводки на вход были электростатические (ёмкостные). Алюминиевая фольга для магнитных полей представляет собой очень плохой экран, так что, если бы индуктивные наводки практически имели значительную величину, мы бы их заметили на экране осциллографа.

Таким образом, на основании произведённого расчёта и эксперимента мы приходим к весьма важному выводу, а именно: в аппаратуре звукового кино в основном нужно остерегаться электростатических помех.

Как избавиться от этих помех? Имеются два способа.

Первый — удалить источники помех (вольтова дуга, мотор; все линии переменного тока); но это в условиях кино сделать технически невозможно, так как эти

¹⁾ Включён фотоэлемент или нет — это на результатах эксперимента не сказывается.

источники (например, вольтова дуга или мотор проектора) и входные линии, т. е. цепи фотоэлемента, находятся близко друг к другу в габаритах проектора.

Второй — экранировка линий.

ЭКРАНИРОВКА. Как показали эксперименты, для того, чтобы избавиться от электростатических помех, достаточно линию входа от начала до её конца заключить в экран, сделанный из любого металла и любой толщины, но обязательно хорошо и правильно заземлённый.

Действительно, достаточно линию входа защитить экраном (например, алюминиевым гибким шлангом), как наводки пропадают. Это происходит по той причине, что в этом случае создаётся ёмкость между проводом А осветительной сети и экраном линии входа, так что путь вредного ёмкостного тока будет замкнут через броню непосредственно на «землю», не заходя в элементы схемы.

Эти рассуждения справедливы лишь для случая, когда экран хорошо и правильно заземлён (сказанное поясняется рис. 392).

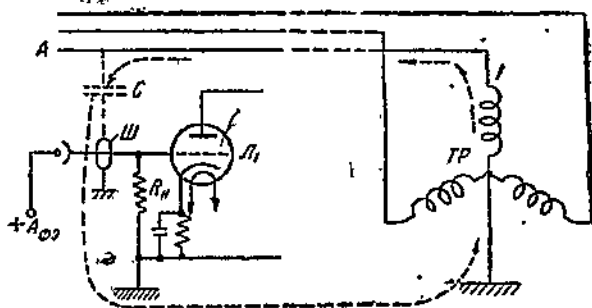


Рис. 392. При наличии надёжно заземлённого гибкого щита линии фотоэлемента между проводом сети А и гибким шлангом Ш существует паразитная ёмкость С, через которую непосредственно на «землю» пойдёт переменный ток помех, который не попадёт в элементы схемы. В громкоговорителях помехи прослушиваться не будут

На основании приведённых выше экспериментов мы убедились, что величина индуктивных помех, вызываемых магнитным полем источников тока на линии входа усилительных устройств, ничтожна в сравнении с ёмкостными помехами, а поэтому заботиться об электромагнитной экранировке линий входа не нужно.

Практически при оборудовании аппаратных звукового кино в качестве экранов для защиты линий от ёмкостных помех применяют железные трубы. Их применение объясняется тем, что они дешевы и прочны в механическом отношении; их ферромагнитные свойства и толщина стенок никак не влияют на качество экранировки.

Экран будет отвечать своему назначению лишь в том случае, если он хорошо и правильно заземлён.

Хотя электромагнитные наводки нас не интересуют, автор всё же счёл возможным осветить на ряде конкретных примеров теорию экранировки линий от индуктивных наводок и способы этих экранировок. Из этих примеров мы увидим, что если хотят избавиться от индуктивных помех, необходимо защищать ферромагнитным экраном лишь линии «входа» усилителя. Заключение же в экраны проводов линий источников тока без соответствующей экранировки «выходных» линий усилителя абсолютно бесполезно.

Пример 1. К проекционной лампе проектора подходят два провода питания, не защищённые экраном (провода выполнены в эбоните); предположим, что проекционная лампа питается переменным током. Следовательно, переменный ток, проходя по этим проводам, создаёт вокруг них переменное электромагнитное поле, силовые линии которого удаляются во все стороны на значительное расстояние.

Силовые линии электромагнитного поля, встречая на своём пути незащищённые экраном (например, железной трубой) провода и пересекая их, создают на этих проводах э. д. с. индукции, величина которой будет, как указано выше, тем больше, чем ближе источник этих электромагнитных полей или чем сильнее ток в цепи источника этих полей.

Если э. д. с. индукции появляется на проводах «входа» усилителя, то, как ука-

зано выше, усилитель усилит одновременно с полезным сигналом и наведённую э. д. с. индукции.

В громкоговорителях должны были бы прослушиваться помехи (фон переменного тока), но практически из-за малой величины этих помех мы их не замечаем.

Что произойдёт, если провода «входа» усилителя защитить от внешних электромагнитных полей экраном (железной трубой)?

Силовые линии электромагнитного поля, встречая на своём пути экран, сделанный из ферромагнитного материала, т. е. материала, способного намагничиваться (например, железа), замыкаются по поверхности этого экрана, не попадая внутрь его, т. е. силовые линии уже не пересекают провода, а следовательно, не индуцируют на нём переменной э. д. с.

Замыкание силовых линий по поверхности экрана объясняется стремлением этих силовых линий замкнуться по пути наименьшего магнитного сопротивления, т. е. по поверхности металлического экрана, имеющего значительно меньшее сопротивление для силовых линий, чем воздух, особенно при толстых стенках трубы-экрана.

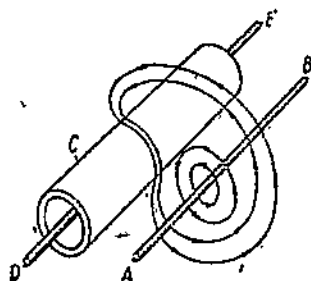


Рис. 393. Переменный ток, проходя по проводу А—В, создаёт вокруг него магнитные силовые линии, которые, достигая ферромагнитного экрана (железной трубы) С, замыкаются на его поверхности, не создавая на проводе D—Е э. д. с. индукции, т. е. индуктивных помех

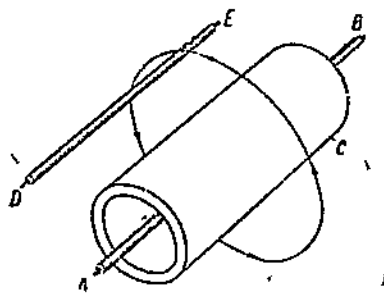


Рис. 394. Переменный ток, идя по проводу А—В, создаёт магнитное поле, силовые линии которого свободно распространяются за пределы экрана С и, достигая провода D—Е, создают на нём э. д. с. индукции, т. е. индуктивные помехи. Экран С не помогает, он не нужен

Сказанное поясняет рис. 393, согласно которому по проводу А—В проходит переменный ток, силовые линии которого замыкаются на поверхности экрана С, не попадая на провод D—Е.

Пример 2. Предположим, что, как и в первом примере, проекционная лампа проектора питается переменным током, который подводится двумя проводами, заключёнными в данном случае в железную трубу. Линия «входа» усилителя не защищена экраном.

На первый взгляд казалось бы, что раз провода, по которым идёт переменный ток (создающий вокруг них переменное электромагнитное поле), заключены в железную трубу, то за пределами этой трубы электромагнитного поля существовать не должно.

Оказывается, такое экранирование невозможно, и плотность потока как при наличии трубы вокруг проводов, так и без неё будет одинакова.

Если заключают проводник, по которому идёт переменный ток, в железную трубу, то полный силовой поток, окружающий проводник, увеличивается железной трубой благодаря большой проводимости магнитных силовых линий. Однако силовой поток в воздухе остаётся за пределами трубы неизменным; иначе говоря, железная труба не может уничтожить поле проводника за пределами этой трубы.

Таким образом, если провода линии «входа» не заэкранированы, а заэкранированы провода, по которым идёт переменный ток, т. е. заэкранирован источник переменного электромагнитного поля, то такая экранировка не нужна. На «входе» усилителя будут происходить наводки, но опять-таки практически, из-за малой величины этих помех, мы их не обнаружим.

Сказанное выше можно пояснить следующим примером.

Представим себе цепь (рис. 395), составленную из динамомашин D постоянного тока напряжением в 110 В и имеющую внутреннее сопротивление r , а также полезной нагрузки R — лампы накаливания мощностью в 10 Вт.

В том случае, когда включена только одна лампа накаливания R , через неё идёт ток в 0,1 А при напряжении на её зажимах в 110 В.

Включим параллельно лампе R ещё одну лампу R_1 мощностью в 1000 W; тогда общий ток в цепи динамо будет 10,1 А, в то время как через R пойдёт попрежнему 0,1 А. Это произойдёт по той причине, что общее сопротивление цепи уменьшилось, а следовательно, при том же напряжении динамо (110 В) на основании закона Ома ток возрос. Если сопротивление R_1 будет иметь бесконечно малое сопротивление, то сопротивление R окажется замкнутым накоротко, и напряжение на его зажимах будет равно нулю.

Если в разобранным примере уподобим: ток, идущий по сопротивлению R , — внешнему току поля; ток, идущий по сопротивлению R_1 , — потоку через тело экрана (железной трубы), то при отсутствии экрана внешний поток поля будет вполне определённой величины, зависящей от проводимости воздуха. Если теперь провод, образующий электромагнитное поле, заключим в экран, то полный силовой поток увеличится (включили параллельно R сопротивление R_1 , отчего общий ток в цепи увеличится) благодаря большей проводимости магнитных силовых линий железной трубой. Но силовой поток в воздухе останется неизменным (ток через R пойдёт прежний).

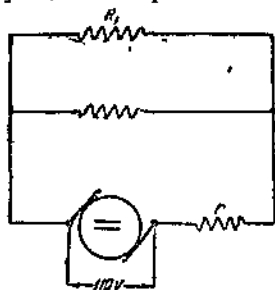


Рис. 395. Эквивалентная схема индуктивных помех

Если бы железная труба обладала бесконечно малым сопротивлением (чего нет на самом деле) для силовых линий, то во внешнем пространстве не было бы силовых линий (сопротивление $R_1 = 0$).

На основании существующих электротехнических правил и норм (ЭП и Н) линии, проложенные в полу, должны быть механически защищены. Наиболее подходящим материалом является железная труба.

В тех случаях, когда проводка линий «открытая», т. е. осуществляется в аппаратурной по стене, в качестве экранов могут быть применены (помимо железных труб): металлический гибкий шланг (лучше — железный, так как алюминиевый шланг невозможно паять), трубки Бергмана или провод марки СРГ и Куло.

С точки зрения экрана, от электростатических (ёмкостных) наводок эти материалы можно считать равноценными.

В практике оборудования звуковых кинотеатров предпочитают пользоваться железными трубами, которые удовлетворяют: 1) с механической точки зрения; 2) с точки зрения экранировки; 3) сравнительно низкой стоимостью; 4) возможностью прокладки как «открытых», так и «скрытых» линий (т. е. линий в стене, полу и т. д.); скрыт я же прокладка гибких шлангов, провода СРГ и Куло не допускается во избежание разрушения оболочек; кроме того, по причине попадания влаги внутрь оболочек (гибкого шланга, провода Куло), а следовательно, порчи изоляции проводов и возможных пробоев.

К железным трубам при монтаже линий предъявляют следующие требования:

1. Диаметр трубы должен быть таким, чтобы через трубу свободно проходил провод требуемого сечения в соответствующей изоляции. Выбор диаметра трубы производится по табл. 39 и 40 (стр. 326 — 327). Если не будет соответствующего диаметра, нужно взять трубу следующего, большего диаметра. Так, например, если нет трубы нужного диаметра в $\frac{3}{4}$ дюйма, можно взять трубу в 1 дюйм.

2. В случае, если трубы имеют стык (соединение), их необходимо, сделав на концах нарезку, соединить (верней, свернуть) с помощью муфты; концы труб соединяют между собой при помощи перемычек, сделанных из красной меди и надёжно припаянных к концам этих труб (в данном случае разрешается пайка с применением кислоты и последующей нейтрализации щелочным раствором). Перемычки припаяются до того момента, пока в трубы не втянуты провода.

3. Если труба должна иметь повороты, её можно изогнуть, предварительно насыпав в нее доотказа сухого песка (концы трубы с той и другой стороны забиваются деревянными пробками), а затем, разогрев докрасна на горне, гнуть. Если труба не будет набита песком, она согнётся неправильно (её диаметр будет не везде одинаков) и протаскивать провода будет невозможно. Если сделать поворот трубы с помощью нагрева не представляется возможным, его делают с помощью специальной арматуры (угольники, отводы), для чего предварительно нарезают концы труб и свинчивают их, применяя указанную арматуру. Необходимо предварительно счистить круглой драчёвой пилой «заусеницы» (острые кромки). При этом не нужно забывать делать пайки в местах стыков (перемычек).

4. Арматура, применяемая при сборке железных труб, не должна иметь острых углов (рис. 396), иначе их изоляция при протаскивании проводов будет испорчена.

5. Железные трубы внутри не должны иметь каких-либо выступающих швов, иначе при протаскивании проводов будет испорчена их изоляция.

6. Концы железных труб не должны иметь «заусениц», острых кромок, — иначе будет нарушена изоляция проводов.

7. Трубы при монтаже должны быть прочно закреплены скобами в бороздах стен (с последующей их заделкой) или на стенах.

8. По окончании монтажных работ в трубы вставляют фарфоровые или деревянные (проваренные в масле) втулки.

9. Концы труб должны выходить из стен (при скрытом монтаже) или выходить в специальных нишах, сделанных в стенах.

Перед монтажом трубы на место приступают к протаскиванию через неё оцинкованной проволоки 1,5 кв. мм. Для этого ставят трубу в вертикальное положение и, привязав к концу бичёвки какую-нибудь гайку или иной металлический предмет, свободно проходящий внутрь трубы, в её верхний конец опускают гайку. При этом трубу трясут до тех пор, пока гайка с бичёвкой не пройдет сквозь трубу. После этого протаскивают проволоку сквозь трубу.

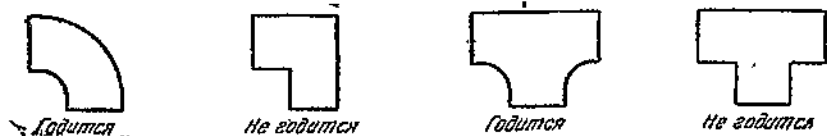


Рис. 396. Типы угольников и тройников

Концы проволоки крепко завязывают за концы трубы; трубу, закрепив в борозде стены или пола, замазывают, предварительно заземлив (стр. 335), следя при этом, чтобы случайно не были замазаны концы протянутой через трубу проволоки.

По окончании всех строительных работ (замазка борозд и т. д.), после того, как аппаратная будет хорошо высушена, приступают к заготовке концов проводов.

ВНИМАНИЕ! Железные трубы, имеющие стыки и не соединённые между собой с помощью перемычек, будут плохими экранами.

Концы проводов нарезаются от целой бухты (рулона) такой длины, чтобы их хватило от клемм одного аппарата до клемм другого. Лучшим способом определения длины концов будет измерение необходимого расстояния с помощью бичёвки; необходимо с каждого конца её прибавить по метру, так как точно измерить длину довольно затруднительно; лучше отрезать с запасом, чем потом конца провода нехватит и его придётся наставлять (см. выше на стр. 323). Когда бичёвка отрезана, по ней режут концы проводов (бичёвку для определения длины провода применяют из тех соображений, чтобы не портить изоляцию провода).

Так же заготавливаются концы эбонитовой трубки, но при этом с каждой стороны железной трубы должно выходить по 100 мм эбонитовой трубки.

Нарезанные концы проводов протаскиваются через эбонитовые трубки и затем уже вместе с ними протаскиваются через трубы с помощью продёрнутой в трубе проволоки, к которой крепко привязываются провод и эбонитовая трубка. Для того чтобы при протаскивании эбонит «не задирался», его конец вместе с проводом и проволокой обматывается изоляционной лентой. Крайне необходимо внутри трубы насыпать тальк, как это указывалось выше.

После того как протаскивание через трубы всех концов проводов закончено, концы труб должны быть залиты чаттертоном.

Какие же линии в аппаратной звукового кино нужно вести в железных трубах и какие в эбонитовых трубках?

На этот вопрос ответом будут служить данные таблицы 41.

УСТРОЙСТВО ЛИНИИ ОТ ФОТОЭЛЕМЕНТА К ФОТОКАСКАДУ. В большинстве случаев помехи, прослушиваемые при работе установки звукового кино, являются причиной неправильного выполнения линии от фотоэлемента к фотокаскаду.

Выше было выяснено, какое значение имеют утечки в линии фотоэлемента (линия «входа»), а также плохое заземление экрана этой линии, когда величина помех может быть одного порядка с полезным сигналом.

Наши заводы, изготовляющие усилительную аппаратуру, до 1935 г. не давали в комплекте аппаратуры специального кабеля «входной» линии, поэтому его приходилось делать на местах.

Способы прокладки линий звукового кино

№ по пор.	Наименование линий	Марка провода	Способ прокладки	Примечание
1	Линия питания от сети	ПР-380	Эбонит в железной трубе	Скрытая
2	Линии питания вольтовых дуг	ПР-380	То же	Скрытая, в полу
3	Линии питания моторов проекторов	ПР-380	»	То же
4	Линии питания моторов МГ	ПР-380	»	Скрытая
5	Линия от динамо МГ	ПР-380	»	»
6	Линии ламп просвечивания	ПР-380	»	Скрытая, в полу
7	Линии питания выпрямителей	ПР-380	»	Скрытая
8	Линии анодов	ПР-500	»	»
9	Линии накалов	ПР-380	»	»
10	Линии звуковой частоты ¹⁾	ПР-500	»	Линия фотоэлементов см. § 11
11	Линии фотоэлементов ¹⁾	Спецкабель	Спецкабель в гибком шланге	Только открытая
12	Линии возбуждения	ПР-500 или ПР-380	В эбоните	Скрытая, по залу
13	Звуковая линия к громкоговорителям	ПР-500 или ПР-380	Эбонит в железной трубе В эбоните	Открытая, чердаком Скрытая, по залу
14	Линии сигнализации	ПР-380	Эбонит в железной трубе То же	Открытая, чердаком Скрытая

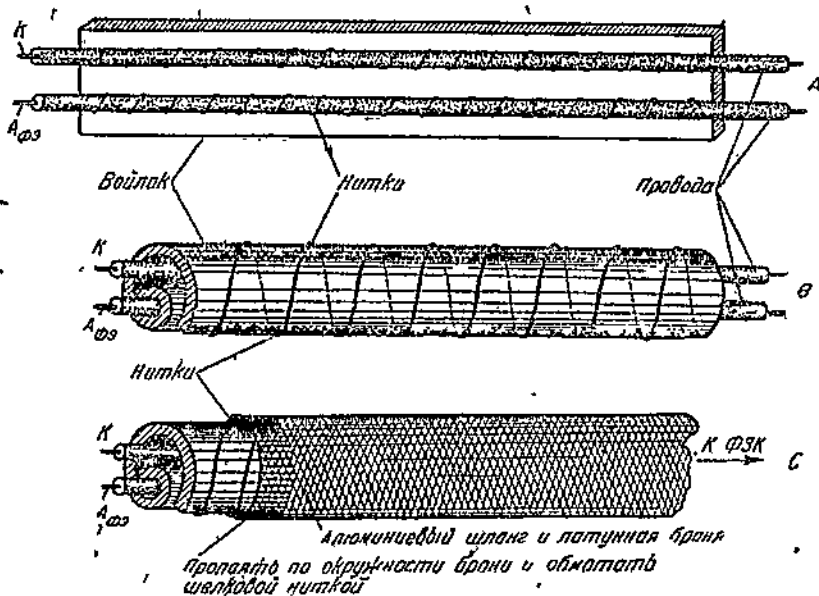


Рис. 397. Устройство гибкого шланга фотоэлемента:

А — заготовка; В — рулон; С — готовый гибкий шланг

Требования, которые могут быть предъявлены к кабелю линии фотоэлемента, сводятся к: 1) высокой изоляции проводов; 2) отсутствию касания экрана кабеля с просектором (см. стр. 339); 3) жесткому креплению проводов внутри кабеля отно-

¹⁾ Линии звуковой частоты и линии фотоэлементов требуют электростатической экранировки, в то время как остальные линии заключаются в железные трубы исключительно с точки зрения механической защиты.

сительно друг друга и относительно экрана кабеля (отсутствие микрофонного эффекта);
4) малой ёмкости.

Ниже даётся описание одного из вариантов устройства кабеля линии фотоэлемента. Берут полосу войлока или подобного ему материала размером около 1200×20 мм и пришивают к нему два провода, имеющие высокую изоляцию, например, автотракторный провод сечением 0,75 кв. мм или меньше (рис. 397, А). Полосу войлока вместе с проводами свёртывается рулоном (рис. 397, В) и туго обвязывается прочной ниткой. Затем берут алюминиевый шланг, заключённый в плетёную латунную броню (сетку), концы которой для надёжности контакта между отдельными жилками брони пропаивают по окружности, и через него продёргивают рулон. Потом, взявшись за концы брони, вытягивают её до тех пор, пока броня плотно не охватит шланг. Концы брони разделявают (обматывают шёлковой ниткой).

Один конец гибкого шланга закрепляют (как в ФЭК-5) или запаивают (как в ФЭК-9) в патрубке фотокаскада, а второй — присоединяют к панели фотоэлемента.

Во избежание нарушения последовательности заземления (о чём сказано ниже) броню гибкого шланга с проектором не соединяют.

ВНИМАНИЕ! Во избежание появления помех из-за утечек избегайте крепления гибкого шланга фотоэлемента на стенах.

Вмазывание в стену гибкого шланга фотоэлемента категорически не рекомендуется.

ЗАЗЕМЛЕНИЕ. «Землёй» в электротехнике принято называть такую точку поверхности земли, потенциал которой равен нулю. ЭП и Н за такую точку считают точку земной поверхности, расположенную на расстоянии не менее 20 м от того места, где происходит переход тока в землю, т. е. места заземления.

Приведём несколько примеров, говорящих о значении заземления.

Пример 1. Выше, на стр. 328, при разборе вопроса об электростатических помехах было установлено, что в случае отсутствия надёжного заземления на «выход» усилителя наводились помехи, которые нарушали качество воспроизведения.

Следовательно, заземление здесь необходимо для борьбы с помехами.

Пример 2. Представим себе, что в аппаратной имеется трёхфазная система переменного тока с нулём (рис. 398) и что одна из фаз имеет утечку на железную трубу, в которой уложены провода фаз; при этом труба по каким-либо причинам не заземлена (оборвалось заземление).

Кинемеханик случайно прикоснулся к трубе и получил удар током, так как электрический ток, проходя через его тело в землю (в аппаратной пол, не покрытый резиновым ковриком, всегда имеет соединение с землёй благодаря сырости в полу и стенах), пойдёт к нулевой точке (точка «0»), и цепь окажется замкнутой.

При напряжении между фазой и нулём в 120 В через тело механика может пройти ток ²⁾ до 0,1 А, являющийся смертельным. В том же случае, если заземление было в исправности, ток пошёл бы через провод заземления, и механик остался бы жив.

В данном случае заземление трубы необходимо с точки зрения техники безопасности.

Устройство заземления. При оборудовании звукового кино на устройство заземления должно быть обращено серьёзное внимание.

Плохое заземление может привести к тому, что установка будет работать с помехами (фон, наводка радиопередачи), от которых не всегда удаётся избавиться.

Примером плохого заземления является использование в качестве «земли» трубы центрального отопления. Такая «земля» имеет значительное сопротивление (отдельные трубы свинчены между собой муфтами с применением сурика, в результате чего сопротивление цепи велико) и поэтому не отвечает своему назначению.

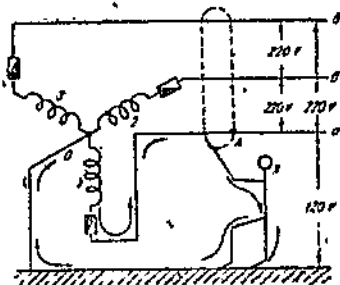


Рис. 398. В случае прикосновения к незаземлённой броне А, находящейся под напряжением одной из фаз, человек Х получит удар током и может быть убит

²⁾ Сопротивление тела человека в зависимости от настроения, утомленности и прочих причин колеблется от 100000 до 10000 Ω.



ВНИМАНИЕ! Не пользуйтесь в качестве «земли» трубами центрального отопления.

В тех случаях, когда в аппаратной имеется водопровод, он может быть использован в качестве «земли». Однако этого лучше не делать, учитывая, что в случае отсутствия в трубе воды качество заземления резко ухудшится (трубы соединены между собой муфтами с применением сурика). Неплохие результаты даёт специально сделанное заземление.

Практически заземление делают следующим образом: на улице, в непосредственной близости от стены аппаратной вырывают яму, глубина которой должна быть ниже уровня грунтовых вод и промерзания почвы, но не менее 3 м.

Если уровень грунтовых вод слишком глубок, то в яму, в которую будет закопан металлический электрод (заземлитель), насыпают мелко истолчённый древесный уголь, кокс или поваренную соль. Этим самым достигают лучшего контакта между пластиной и «землей», так как указанные вещества впитывают влагу и создают благоприятные условия для проводимости.

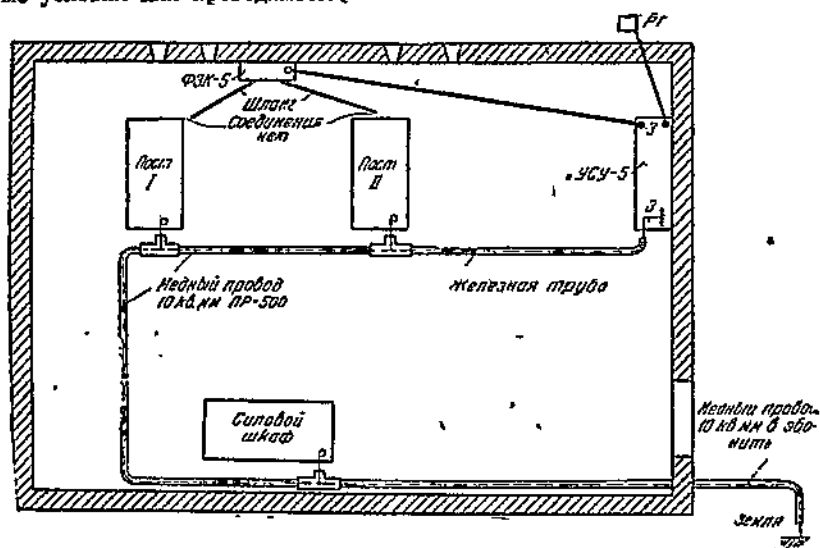


Рис. 399. Устройство заземления (нормальный случай)

После этого в вертикальном положении укладывают лист оцинкованного железа или иного металлического предмета, не боящегося коррозии — ржавчины (например, лист меди, лист оцинкованного железа и т. д.), к которому предварительно приклепан, а затем надёжно припаян медный провод заземления, имеющий сечение не менее 10 кв. мм.

Если провод состоит из жил, то каждая жила припаявается к листу заземления (заземлителю) отдельно в разных его точках. Места сварки должны быть проверены на механическую прочность (надёжность электрического контакта), для чего после сварки рекомендуется сильно потянуть за провод, — не оторвётся ли он.

Оцинкованный лист, уложенный в яму, снова засыпают древесным углем, коксом или поваренной солью и после этого засыпают яму землёй, предварительно укрепив провод заземления к стене здания аппаратной.

В аппаратную, в нормальных условиях ведут один изолированный провод (он может быть многожильным), который заключают для защиты от механических повреждений в железную трубу. В аппаратной провод заземления укладывается в полу в железной трубе (рис. 399).

В тех же случаях, когда можно ожидать значительных помех (от близко расположенных рентгеновских установок, линий троллейбуса и трамвая, радиостанции и т. д.), приходится осуществлять раздельное заземление усилительной аппаратуры и других элементов оборудования (силовой шкаф, проектор, темнитель и т. д.). В этом случае от заземления (оцинкованного листа, закопанного в землю) в аппаратную ведут два провода заземления (марки ПР-500),

которые заключают в эбонитовую трубку. Оба эти провода заключают в общую железную трубу, прочно укрепляемую к стене здания.

Железная труба с проводами заземления вводится в аппаратную (рис. 400), где на трубу ставятся тройники и во всех местах ответвления провода (к аппаратам, подлежащим заземлению).

Описанный способ заземления несколько сложен и дорог, но зато работа установки происходит без заметных помех даже при самых неблагоприятных условиях.

В некоторых случаях заземление осуществляется не посредством закапывания оцинкованного листа железа, а посредством вбивания в землю нескольких оцинкованных труб, длиной не менее 2—3 м и расстоянием между ними 2—3 м. К этим трубам, соединённым между собою с помощью железной шины, привариваются провода заземления, идущие в аппаратную.

Основными правилами при устройстве заземления могут служить следующие: 1) провода заземления прокладывают до аппаратной по кратчайшему пути; 2) последовательное заземление силового оборудования и проекторов воспрещается;

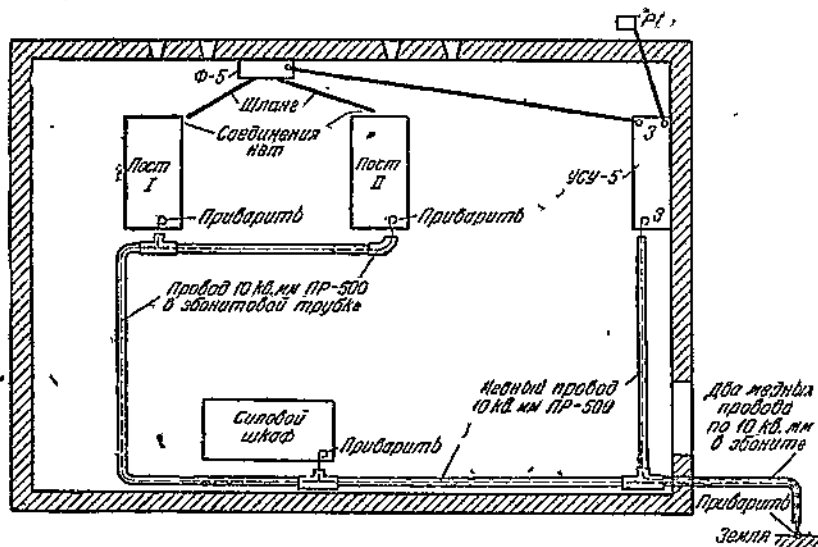


Рис. 400. Устройство заземления (особый случай раздельного заземления)

3) заземлению подлежат все экраны и все металлические части аппаратов (стоны проекторов, силовой шкаф, автоматические заслонки, щитки, шасси усилителя, выпрямителя, фотокасиада, регулятора громкости и т. д.).

Порядок заземления. Как показала практика, недостаточно иметь хорошую «землю» чтобы установка работала без помех. В некоторых случаях в аппаратной имеется хорошая «земля», а работа установки сопровождается значительными помехами. Чем объяснить появление помех и как от них избавиться?

Ответом будет служить разбор следующих примеров.

Пример 1. Предположим, что мы имеем в аппаратной комплект усилительной аппаратуры типа УСУ-9.

При её установке провод от заземления присоединили к клемме 3 фотокасиада ФЗК-9. К этой же клемме присоединили клемму 3 выпрямителя ВЗК-9. Между клеммой 3 усилителя и клеммой 3 выпрямителя соединения нет. Казалось бы, не все ли равно, куда присоединять «землю», тем более, что все клеммы с надписью 3 соединены между собой через соединительные провода схемы.

Но на практике оказывается, что так осуществлять заземление нельзя, так как усилительное устройство будет работать с помехами.

Это произойдёт потому, что по проводу заземления первого каскада (рис. 402) будут проходить токи оконечного (жирная стрелка), третьего (стрелка с хвостиком) и второго (пунктирная стрелка) каскадов, создавая на этом проводе (участок а — б) какое-то падение напряжения, величина которого может быть порядка той величины, которую имеет полезный сигнал (волнистая стрелка).

Но так как участок цепи $a - b$ входит также в цепь звуковой частоты первого каскада, следовательно, падение напряжения на участке $a - b$ попадет в цепь управляющей сетки $\rightarrow$ катода лампы первого каскада — и, следовательно, одновременно с полезным сигналом будет усилен и сигнал помех.

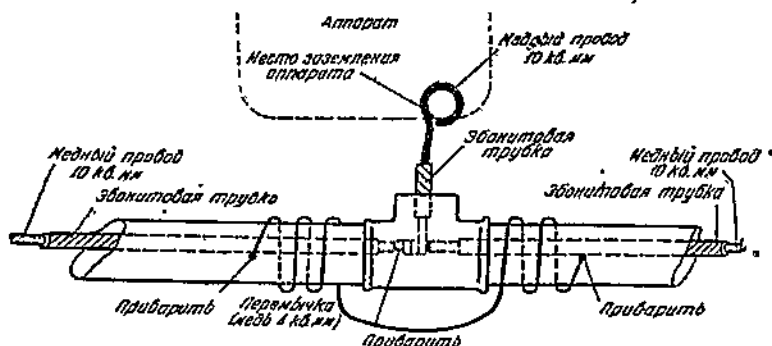


Рис. 401. Детали устройства линии раздельного заземления

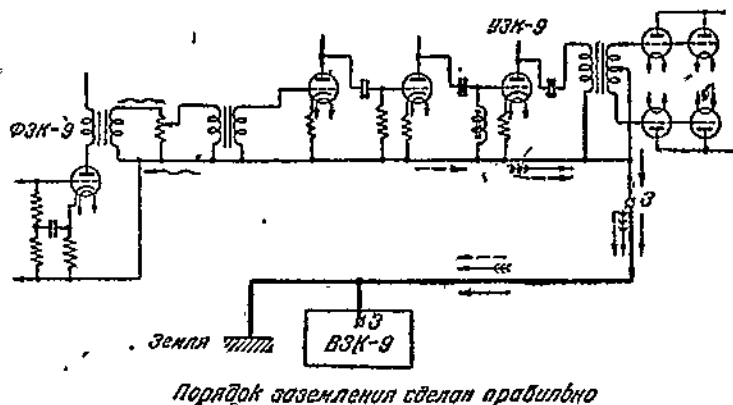
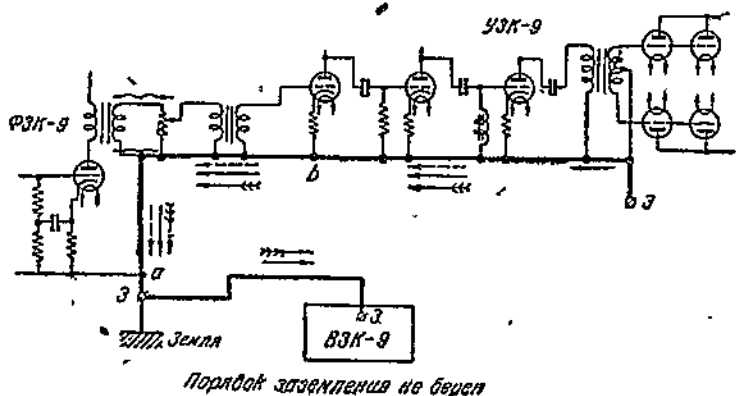


Рис. 402. Заземлять аппаратуру, не соблюдая определённой последовательности, нельзя

В громкоговорителях появляются помехи, следовательно, «последовательность заземления» при подсоединении усилительной аппаратуры должна строго соблюдаться по схеме, даваемой заводом.

В нашем примере появившиеся помехи есть помехи гальванические.

Пример 2. В аппаратной установлен комплект усилительной аппаратуры типа УСУ-3. При её установке решили изменить порядок включения концов (схема УСУ-3 № 4А, рис. 228, стр. 171). Вместо одного провода $+H_4$ к фотокаскаду ФЗК-3 от щитка ЩЗК-3 подвели два провода $+H_4$ и 3. На первый взгляд, казалось бы, безразлично, как включить провод 3: непосредственно ли от щитка (что удобнее) или через общую землю усилительного устройства (проследите цепь накала лампы фотокаскада на схеме).

При включении усилительного устройства обнаруживается появление значительного фона. Чем объяснить появление фона и как его устранить?

В случае нарушения последовательности заземления, которую рекомендует завод, создаётся дополнительный путь: 3 щитка — 3 фотокаскада — 3 усилителя — 3 выпрямителя для переменного слагающей тунгарового выпрямителя. Второй путь, нормальный путь: 3 щитка — 3 выпрямителя.

Переменная слагающая тунгарового выпрямителя, проходя через участок 3 фотокаскада — 3 усилителя и создавая на этом участке падение напряжения, усиливается вместе с полезным сигналом и, как следствие, в громкоговорителях слышен фон.

Если установка смонтирована по заводской схеме, то переменная слагающая тунгарового выпрямителя по «входным» цепям усилителя не проходит, а следовательно, не будет и фона.

В заключение ещё раз подчеркнём, что с точки зрения защиты от внешних помех путём хорошо и правильно заземлённой экранировки подлежат:

Линия от фотоэлемента к фотокаскаду, броня которой не должна иметь электрического контакта с проектором; второй конец брони гибкого шланга закрепляется (как в ФЗК-5) или припаивается (как в ФЗК-9) к фотокаскаду; заземляется броня только через цепи фотокаскада.

Линия от фотокаскада к усилителю, броня которой заземляется только через цепи усилителя.

Линия от регулятора громкости к усилителю, броня которой заземляется только через цепи усилителя.

Что же касается остальных линий, то их экранировка необязательна, но согласно правилам техники безопасности эти линии должны быть защищены железными заземлёнными трубами.

КАКИЕ ПРОВОДА КАКИХ ЛИНИЙ МОЖНО ВЕСТИ В ОБЩЕЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ТРУБЕ? В общей трубе можно вести следующие провода различных цепей линий звукового кино:

- 1) от силового шкафа к проекторам — провода питания дуги и мотора;
 - 2) от усилителя к громкоговорителям зала — провода звуковой линии и линии возбуждения;
 - 3) от усилителя к фотокаскаду — провода питания накала лампы, анода, земли.
- В этой же трубе может быть проложен провод «выход» фотокаскада, но при обязательном его заключении в дополнительный экран (можно применить латунный шланг). Экран изолируется от трубы посредством эбонитовой трубки и должен быть надёжно заземлён.

В одной общей трубе воспрещается прокладывать провода линий входа и выхода, в противном случае возникнет генерация.

ИСПЫТАНИЕ И РЕГУЛИРОВКА АППАРАТУРЫ

СТАЦИОНАРНЫЕ УСТРОЙСТВА. После того как закончены монтажные работы и подготовлены места (стеллажи и пр.) для аппаратуры, последняя вскрывается и просматривается, нет ли каких обрывов и замыканий. Убедившись в том, что механических повреждений в аппаратуре нет, приступают к её установке на рабочее место.

Перед тем, как подсоединить к аппаратуре провода линий, их прежде всего прозванивают, т. е. определяют начало и конец. Для того чтобы в дальнейшем вновь не заниматься определением концов, на последние привязывают бирки. После этого испытывают все линии на состояние изоляции, применяя для этих целей меггер, клеммы которого присоединяются к «земле» и к одному из концов испытываемого провода. То же делают, проверяя состояние изоляции между отдельными проводами.

Нужно помнить, что их сопротивление должно быть: 1) для звуковых линий не ниже 200 МΩ; 2) для линий возбуждения не ниже 0,5 МΩ; 3) для силовых линий не ниже 0,5 МΩ; 4) для линий сигнализации не ниже 0,5 МΩ.

Закончив испытание на состояние изоляции линий, разделяваем концы проводов, т. е. зачищаем и залуживаем их и напайваем наконечники. Длина подсоединяемых концов должна быть такова, чтобы не было чрезмерного натяжения проводов при присоединении их к аппаратам. Оставлять длинные концы не рекомендуется, так как на длинные незаэкранированные концы могут быть наводки и, следовательно, установка будет работать с помехами.

Подсоединение аппаратуры рекомендуется производить частями, а не целиком всех цепей.

После подсоединения отдельных цепей каждый раз производится проверка включения устройства в сеть. Делается это для того, чтобы легче установить возможные неисправности монтажа и аппаратуры.

Так, например, для УСУ-3 рекомендуется первоначально проверить цепи накала усилителя. Для этого к щитку ЦЗК-3 подводится напряжение от сети, щиток присоединяется к выпрямителю ВЗК-3, а цепи накала усилителя УЗК-3 — к соответствующим клеммам ВЗК-3.

Включение в сеть производится после того как:

- 1) в предохранители щитка ЦЗК-3 будут ввернуты пробки;
- 2) лампы усилителя УЗК-3 будут вставлены на свои места;
- 3) при этом кенотроны и тунгар выпрямителя ВЗК-3 не должны быть вставлены;
- 4) реостат щитка ЦЗК-3 поставлен в положение, соответствующее максимальному сопротивлению.

Включая рубильник сети, наблюдают, накаливаются ли нити электронных ламп усилителя. Если все в порядке, то, выключив рубильник сети, можно подключать остальные концы и вставить кенотроны. Если аппаратура снабжена измерительными приборами (например, прибор ПИП УСУ-3), то их включают на измерение выпрямленного напряжения. Закончив все соединения и проверив ещё раз их правильность, нужно посмотреть, включены ли полезные нагрузки, лампы просвечивания, громкоговорители и т. д.; после этого включить рубильник сети. Если в момент включения не перегорят предохранители и будет слышно слабое гудение силового трансформатора, следовательно, установка выключена правильно. При этом прибор на ЦЗК (если он есть) должен показывать — 60 — 75 В (при включении лампы просвечивания загорится), а спустя одну-две минуты разогреются лампы и в громкоговорителях появится шипение; прибор, включённый в одну из анодных цепей, обнаружит присутствие тока. Убедиться в исправности установки можно, постучав пальцем по лампе фотокаскида; в этом случае должен появиться мелодичный звон (регулятор громкости должен стоять в положении «большее»).

После этого, доведя напряжение на выпрямителе до номинала по инструкции завода, проверяем режим цепей устройства (анодные токи, выпрямленное напряжение, подбираем плечи пуш-пулла). Если режим подобрать не удаётся, подбираем электронные лампы.

После этого исправную работу устройства проверяют от адаптера или плёнки.

Если с одного поста звук громче, чем с другого, то подбирают фотоэлементы либо подбирают напряжение на фотоэлементах, пользуясь для этого соответствующими приспособлениями (УСУ-11), добиваясь, чтобы звук с обоих постов был одинаков по силе.

При наличии вольтметра магнитоэлектрической системы проверяют напряжение на клеммах громкоговорителей, лампы просвечивания и на штырьках накала электронной лампы фотокаскида. В случае необходимости производится регулировка той или иной цепи согласно инструкции, приведённой в описании комплекта УСУ-3.

Закончив все работы в аппаратной, переходят в зрительный зал и фазируют громкоговорители по правилам, описанным в главе VI, стр. 291, а также производят окончательную установку громкоговорителей.

Если проекционная часть в исправности и отрегулирована, установка считается законченной.

В аппаратный журнал записывают начало эксплуатационной работы.

ПЕРЕДВИЖНЫЕ УСТРОЙСТВА. Звуковая кинопередвижка и, в частности, её усилительное устройство находятся в менее благоприятных условиях, чем усилительное устройство стационарного кино. Достаточно указать, что, подвергаясь при транспортировке частым механическим воздействиям (тряске), усилительное устройство кинопередвижки может испортиться и его придётся ремонтировать. Учитывая такие факты, что киномеханик сплошь и рядом находится далеко от ремонтных мастерских, ему приходится весь мелкий ремонт делать самому. Поэтому квалификация и опыт киномеханика-передвижника не должны быть ниже, чем киномеханика стационарной звуковой установки.

Для того чтобы киномеханик работал хорошо, он должен: 1) тщательно изучить устройство и действие аппаратуры и те аварии, которые могут быть с аппаратурой при эксплуатации; 2) уметь правильно и быстро установить аппаратуру; 3) быстро ориентироваться в авариях и определять их место; 4) уметь хорошо владеть инструментом, прилагаемым к кинопередвижке; 5) обладать выдержкой и хладнокровием.

Переходя к вопросу о выборе типа усилительного устройства звуковой передвижки, прежде всего необходимо привести те требования, которые могут быть предъявлены к этого рода устройствам, а именно: 1) малые габариты и вес; 2) значительная мощность; 3) механическая и электрическая прочность; 4) высокое качество воспроизведения; 5) простота обслуживания.

Усилительные устройства передвижек, описанные выше (стр. 213), в большинстве своём не отвечают приведённым требованиям, а потому их эксплуатация связана с рядом неудобств (малая мощность устройства, высокий уровень помех). В связи с этим с производства снято большинство этих усилительных устройств (УК-25, ПУ-2, ПУ-3, ПУ4-3, ПУ5-3) и заменено новыми (УКМ-25, ПУ-12, ПУ-13) как более совершенными.

Основным фактором (как и для стационарных устройств) при выборе усилительных устройств кинопередвижек является полезная электрическая мощность, подсчёт которой для данного объёма помещения или числа зрителей производится по кривой, приведённой на стр. 307, либо по табл. 38, стр. 315. Это означает, что киноменеджер перед выездом на сеанс должен узнать количество мест в помещении, где будет производиться сеанс. Если окажется, что мощности усилителя недостаточно для перекрытия заданного помещения, лучше всего отказаться проводить сеанс с данным усилителем.

Ряд товарищей жестоко ошибается, думая, что любой тип кинопередвижки может обслужить любую аудиторию. Имеющиеся типы усилительных устройств могут нормально обслужить аудиторию не более 200 человек в зависимости от её акустических свойств.

Переходя к вопросу об установке усилительного устройства кинопередвижки в зрительном зале, необходимо придерживаться следующих правил:

1. Помня, что все передвижные устройства без применения специального преобразователя могут работать только от сети переменного тока, необходимо определить род тока в сети — постоянный или переменный. Это можно сделать, опустив, не касаясь один другого, два провода сети в стакан с водой; если около обоих проводов будут выделяться пузырьки, следовательно, ток переменный; если же пузырьки будут выделяться лишь у одного из двух проводов, ток постоянный. Если в сети ток постоянный, включать кинопередвижку нельзя.

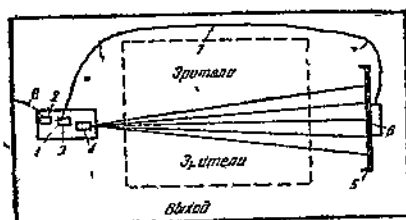


Рис. 403. Расположение звуковой кинопередвижки в зрительном зале

1 — стол для аппаратуры; 2 — автотрансформатор; 3 — усилительное устройство; 4 — проектор; 5 — экран; 6 — громкоговоритель; 7 — шнур громкоговорителя; 8 — осветительная сеть

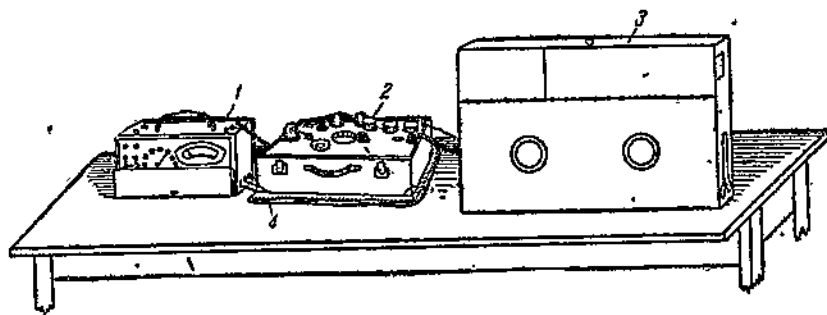


Рис. 404. Расстановка звуковой кинопередвижки типа ЗКП-2 на столе

1 — автотрансформатор; 2 — усилитель ПУ5-3; 3 — проектор ЗКП-2; 4 — слой войлока (или одеяло)

2. Определяют напряжение сети, для чего можно, вывернув лампочку освещения, на её цоколе посмотреть надпись, указывающую величину напряжения.

3. Не устанавливать звуковой передвижки у выхода из помещения, так как в случае воспламенения пленки выход из помещения будет для зрителей отрезан; в результате могут быть жертвы.

4. Усилительное устройство располагается в непосредственной близости от проектора, но не менее 0,5 м (на длину гибкого шланга фотоэлемента), иначе на устройство могут быть наводки от электрогенератора проектора.

5. Крайне желательно устанавливать усилительное устройство на отдельном столе или на общем столе с проектором, но с обязательной амортизацией усилительного устрой-

ства, например, установив его на кусок войлока или одеяло, иначе будет наблюдаться «микрофонный эффект».

6. Нужно располагать на столе аппаратуру (проектор, усилительное устройство, автотрансформатор) так, чтобы её эксплуатация была наиболее удобна, т. е. чтобы видны были все измерительные приборы, чтобы легко было достать рукоятки управления и т. д.

7. «Вход» усилительного устройства должен быть как можно дальше от остальных проводов, иначе может возникнуть паразитная генерация (вой, свист).

8. Расстояние между проектором и громкоговорителем не должно быть менее 3—5 м, иначе звук, излучаемый громкоговорителем, доходя до лампы первого каскада усилителя, вызовет эффект «акустической связи».

9. Шнур, идущий от выхода усилителя к громкоговорителю, должен быть проложен таким образом, чтобы его не задевали зрители, иначе может произойти разрыв цепи (чаще — в переходной колодке).

10. Громкоговоритель устанавливается за экраном (при условии, что он звукопроницаем) на $\frac{3}{4}$ его высоты или сбоку от него, но не на полу.

11. При установке и регулировке усилительной аппаратуры особое внимание необходимо уделить хорошему заземлению, используя для этой це-

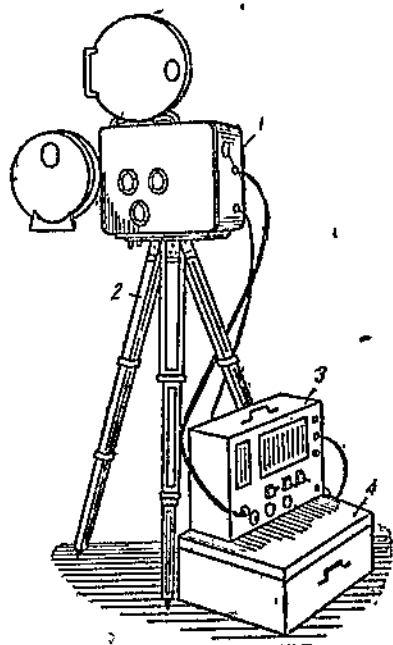


Рис. 405. Расстановка звуковой кинопередвижки типа К-25

1 — проектор; 2 — штатив; 3 — усилитель УК-25; 4 — чемодан для кассет

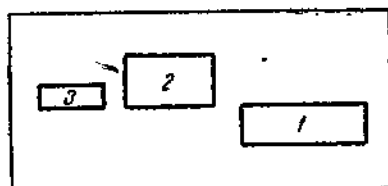


Рис. 406. Расположение звуковой кинопередвижки

1 — проектор; 2 — усилительное устройство; 3 — автотрансформатор

ли водопровод или кусок трубы или штыря, вбитых в землю. В крайнем случае может быть использовано для целей заземления центральное отопление (что крайне нежелательно).

12. Установка и регулировка аппаратуры на месте сеанса должна производиться до впуска зрителей в зал.

На рис. 403 приведён один из вариантов расположения аппаратуры в зрительном зале.

Определив, что в данном помещении электросеть имеет переменный ток того или иного напряжения и произведя установку аппаратуры, приступают к её включению в следующем порядке.

Убедившись, что в устройстве нет механических повреждений, в гнезда «вход» усилительного устройства включают гибкий шланг фотоэлемента, другой конец которого включают в гнезда на проекторе «фотоэлемент».

В гнезда «выход» включают колодку шнура громкоговорителя, следя при этом, чтобы второй конец шнура имел хороший контакт с выводами громкоговорителя. Одновременно подключают концы лампы просвечивания, если они есть.

Вилку шнура «сеть» включают в гнезда «усилитель» автотрансформатора. Переключатель «сети» на усилительном устройстве ставят на «0», если переключатель имеется. Подсоединяют проектор.

Подключив концы автотрансформатора к сети (крайне желательно в эти провода поставить предохранители), подбираем по нему напряжение в 110 В.

Включив усилительное устройство, подбирают его режим и лампы.

Опробывают усилительное устройство от плёнки или адаптера.

В случае шорохов, тресков и других дефектов, связанных с плохими контактами или выходом из строя ламп и фотоэлемента, их устраняют, используя методику, изложенную в главе VIII.

При небольшом ремонте (в случае значительной порчи ремонт аппаратуры должен производиться только в мастерской), прежде чем разобрать тот или иной аппарат, нужно проследить, где какая деталь конструкции находится и как она закреплена (например, винты, клеммы и т. п.). При разборке и ремонте детали необходимо слезать или в ящик или на мягкую материю. Производя пайку, необходимо следить, чтобы олово не капнуло и не замкнуло каких-либо токонесущих цепей.

Иногда бывает, что установку, регулировку и устранение мелких неисправностей приходится производить в присутствии зрителей (что вообще очень нежелательно). В этом случае необходимо при отсутствии контрольного телефона производить все операции по установке и регулировке при малом уровне громкости, чтобы не очень нервировать зрителей.

В остальном киномеханик-передвижник должен знать всё то, что должен знать киномеханик стационарной установки.

АВАРИИ УСИЛИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ, ИХ НАХОЖДЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ

При эксплуатации усилительной аппаратуры звукового кино могут быть аварии по вине: 1) конструктора, рассчитавшего элементы схемы без достаточной электрической и механической прочности; 2) завода, изготовляющего аппаратуру из некачественного сырья (провода, детали) и недостаточного заводского контроля; 3) техника-установщика, неправильно или ненадежно смонтировавшего линии в киноаппаратной, а также неправильно отрегулировавшего и разместившего аппаратуру; 4) кинемеханика, ведущего эксплуатацию аппаратуры.

Необходимо указать, что большее число аварий падает на неправильную эксплуатацию аппаратуры кинемеханиками.

В связи с тем, что наши аппаратные, как правило, не имеют аварийной аппаратуры, а кинотеатры разбросаны далеко от технических центров, которые могли бы помочь кинемеханику, устранять аварии кинемеханики вынуждены своими силами.

Для того чтобы кинемеханик справился с этой задачей, он должен знать: 1) принципиальное действие элементов схемы; 2) монтажные особенности аппаратной и аппаратуры; 3) характерные особенности данной аппаратуры и её поведение при эксплуатации; 4) методику определения места аварии и способ её устранения; 5) измерительные приборы и способы пользования ими.

Неисправности в цепях усилительной аппаратуры могут быть самые разнообразные. Привести все случаи вероятных аварий невозможно. Но если случится авария, её можно сравнительно легко обнаружить, применяя определённую методику отыскания аварий.

Для нахождения места аварий пользуются или специальными приборами или так называемыми испытателями, описание которых приведено ниже.

Аварии усилительной аппаратуры могут произойти в линиях, соединяющих аппаратуру, и в самих аппаратах.

Неисправности аппаратуры можно разделить на три группы: неисправность из-за монтажа; неисправность из-за деталей; неисправность из-за электронных ламп.

Для того чтобы быстро отыскать аварию, прежде всего необходимо научиться пользоваться испытателями.

ИСПЫТАТЕЛИ

Большинство киноаппаратных, как правило, не имеет специальной контрольно-измерительной аппаратуры — мультитесторы, омметры, высокоомные вольтметры, миллиамперметры, тестфильмы и т. д., — поэтому целесообразно дать описание простейших испытателей, с помощью которых можно проверить исправность того или иного участка схемы или детали.

На рис. 407 представлены четыре вида испытателей, которые позволяют проверить исправность цепей.

Примеры пользования испытателями. Испытатель I — вольтметр магнито-электрической системы, включённый последовательно с батареей от карманного фонарика, позволяет проверить наличие контакта в цепи. Например, мы хотим проверить, нет ли обрыва в сопротивлении смещения одного из предварительных каскадов. Для этого, выключив питание, вынимаем лампу и в гнездо на панели «катод» включаем один конец от испытателя а (рис. 409), а другой конец испытателя (конец б) соединяем с клеммой «земля» на усилителе. Если цепь не оборвана, стрелка прибора отклонится. В противном случае она будет стоять на нуле.

Этот испытатель может быть применён также для проверки исправности обмоток трансформаторов и дросселей. В случае исправности обмоток

стрелка вольтметра будет отклоняться. При этом необходимо иметь в виду, что при больших величинах сопротивлений обмоток стрелка прибора будет отклоняться весьма незначительно (желательно иметь батарею вольт на 80 и вольтметр на это же напряжение; в этом случае отклонения стрелки прибора будут больше).

Описываемый испытатель — вольтметр с батареей — может быть также применён для проверки исправности конденсаторов. Если конденсатор пробит, показания вольтметра соответствуют полному напряжению батарейки.

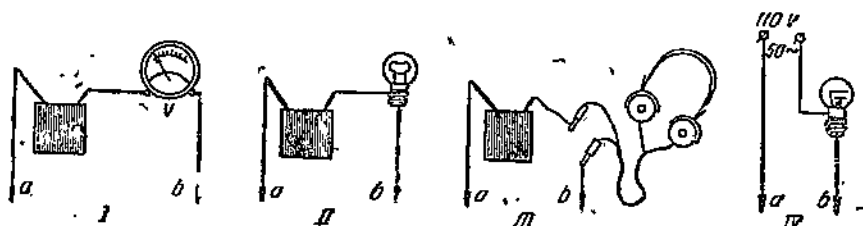


Рис. 407. Простейшие испытатели

I — вольтметр, включённый последовательно с батареей; *II* — лампочка карманного фонаря и батарея; *III* — телефон и батарея; *IV* — неоновая лампа

Испытатель *II* — лампочка карманного фонаря и последовательно с ней включённая батарея. Этот испытатель будет применен лишь в тех случаях, когда испытуемая цепь имеет малое омическое сопротивление, например, обмотка накала силового трансформатора.

Что же касается обмотки высокого напряжения, то этим испытателем проверить её исправность нельзя, так как обмотка имеет большое сопротивление, и, следовательно, лампочка карманного фонаря не накалится.

Этот испытатель очень удобен для проверки исправности цепей монтажа.

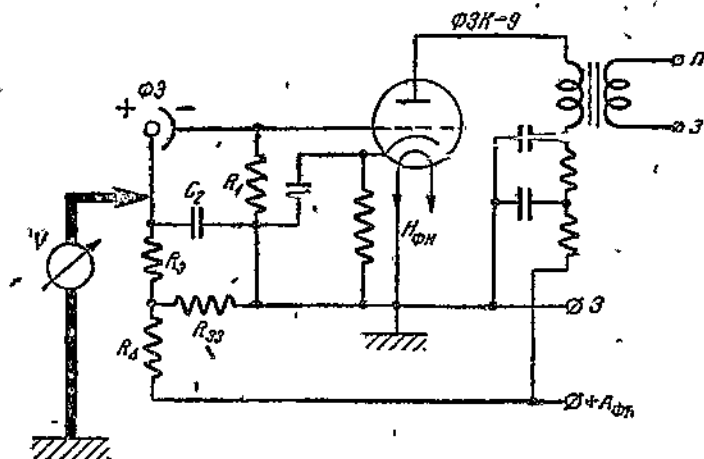


Рис. 408. Вольтметр *V* типа ДВИ со шкалой 0-30-300 даёт неправильные показания при измерении напряжения на аноде фотоэлемента

Лампочка карманного фонаря или, ещё лучше, автомобильная лампа (на 6 В) без батареек может быть применена, например, для проверки исправности цепей накала. Если лампочка, включённая в цепь накала, горит, следовательно, эта цепь (накала) исправна.

Испытатель *III* — двухухий телефон (его иногда называют неправильно «наушники») и батарея карманного фонаря. Этот индикатор может быть применён:

1. Для проверки исправности цепи. При исправной цепи при прикосновении к ней концами телефона, который включается последовательно с батареей, в нём будет слышен сильный щелчок; при обрыве цепи щелчка слышно не будет.

2. Для проверки качества диэлектрика конденсаторов. Для этого исследуемый конденсатор заряжают от батареи, составленной из трех-четырех батареек карманного фонаря. После этого, отсоединив батарею от конденсатора, к его зажимам прикасаемся концами телефона.

При высокой изоляции диэлектрика конденсатора в телефоне будет слышен щелчок — это разрядился конденсатор.

3. Для проверки линий звуковой частоты. Например, на телефон можно проверить работу усилителя и его каскадов, приключив концы телефона к клеммам выхода усилителя (телефон желательно иметь на 2000 Ω) или включив его параллельно нагрузочному сопротивлению второго, третьего или оконечного каскада. Необходимо помнить, что, касаясь концами телефонного шнура нагрузочного сопротивления одного из указанных каскадов усилителя, мы сильно меняем режим работы этого каскада (меняем коэффициент его усиления), а следовательно, эти эксперименты можно проводить лишь при отключенной звуковой линии громкоговорителей зала, иначе в зале будут слышны трески и уровень громкости будет меняться (при прикосновении концов телефона звук в зале будет слабее).

Прикасаясь концами телефонного шнура к лапкам нагрузочного сопротивления (анодной цепи), вы тем самым окажетесь под высоким напряжением. Чтобы избежать этого, должны быть снабжены изоляторами, за которые и следует браться руками.

Присоединять концы телефона к анодной цепи первого каскада усилителя не имеет смысла, так как того напряжения звуковой частоты, которое на нём развивается, недостаточно, чтобы заставить работать телефон.

Другие случаи применения описываемых испытателей автор не приводит, полагая, что приведённых примеров вполне достаточно для того, чтобы киномеханик сумел ими пользоваться в своей практике.

Кроме умения пользоваться испытателями, киномеханик должен вполне ясно представлять, как пользоваться измерительными приборами, поэтому ознакомление с ними играет большую роль.

Примеры пользования измерительными приборами. Как указывалось выше, большинство киноаппаратных не имеет контрольно-измерительной аппаратуры.

Но в некоторых киноаппаратных можно встретить или прибор ПИП, которым комплектуется усилительная аппаратура типа УСУ-9 и УСУ-3, или прибор типа ДВИ со шкалой 0-30-300 В. Оба эти прибора имеют магнитоэлектрическую систему (обозначаемую на шкале подковообразным магнитом), т. е. рассчитаны на измерения в цепях постоянного тока.

Рис. 409. Измерение напряжения смещения

Как же пользоваться этими приборами и что ими можно измерять?

1. Предположим, что мы хотим измерить то напряжение, которое подводится к аноду фотоэлемента. В этом случае обычно «плюс» прибора соединяют непосредственно с анодом фотоэлемента, а «минус» — с землёй, т. е. с минусом высокого напряжения (рис. 408). А так как на анод фотоэлемента подаётся напряжение около 240 В, мы испытываем участок включаем к клеммам прибора «плюс» и «300». Сделав такое соединение, мы обнаружим, что прибор показывает всего лишь 60 — 70 В.

Что это — авария? Нет. Происходит это по следующей причине. При включении вольтметра (рис. 408) мы этим самым уменьшаем сопротивление анодной цепи фотоэлемента (вольтметр включает параллельно фотоэлементу и его нагрузочному сопротивлению R_1), в результате чего ток в этой цепи возрастает. Прохождение этого тока через сопротивление R_2 создаёт на нём добавочное падение напряжения. А так как напряжение выпрямителя осталось при этом прежним, то большая часть напряжения падает на R_2 и лишь часть — на самом измерительном приборе (порядка 60 — 70 В).

Таким образом, прибор типа ДВИ со шкалой 0-30-300 В для указанного измерения не годится.

Для того чтобы всё же измерить напряжение на аноде фотоэлемента, пользуются так называемыми статическими вольтметрами, имеющими для постоянного тока бес-

конечно большое сопротивление, например со шкалой до 300 В, которые встречаются в хорошо оборудованных лабораториях, либо высокоомным вольтметром (чувствительностью не ниже $33000 \frac{\Omega}{V}$).

Описанные измерения в практике киномеханики помогут лишь определить исправность анодной цепи фотоэлемента. В данном случае вольтметр может быть рассматриваем, как индикатор, т. е. вспомогательный прибор, служащий для проверки исправности цепи.

2. Предположим, что мы хотим измерить напряжение смещения в одном из первых каскадов усилителя УЗК-3 (рис. 409).

Для этого прибор ДВИ (V) включают (его клеммы «плюс» и «300») непосредственно параллельно сопротивлению смещения (катод лампы—точка а с «плюсом» прибора, а «земля» — точка б с «минусом» прибора).

Можно ли верить показаниям прибора? Нет, нельзя. Прибор будет показывать неверно, его стрелка отклонится на несколько меньший угол, т. е. вольтметр покажет напряжение, меньшее действительного падающего на сопротивлении смещения.

Это произойдёт по той причине, что анодный ток лампы будет уже идти не полностью через сопротивление смещения, а будет ветвиться и половина его пойдёт через

сопротивление смещения (так как сопротивление смещения b равно 2000Ω , а сопротивление прибора при включении его клемм «плюс» и «300» будет также равно 2000Ω), вторая же половина — через прибор. Следовательно, падение напряжения на сопротивлении смещения уменьшится по сравнению с тем случаем, когда прибор не включён.

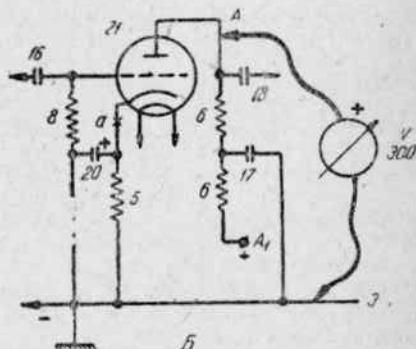
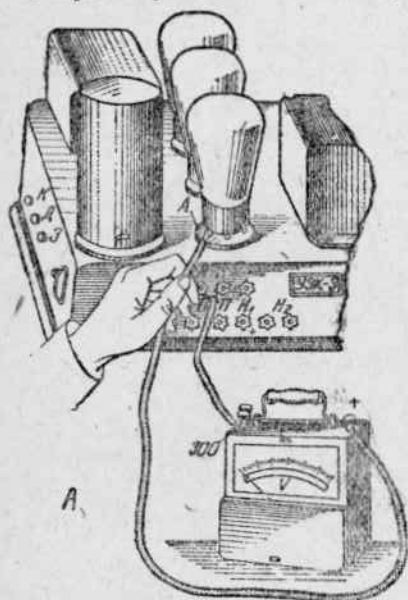


Рис. 410. При измерении напряжения вольтметром типа ДВИ на аноде лампы показания прибора не будут отвечать действительности. Они будут меньше

А — общий вид; Б — схема

Чем же можно измерить истинное напряжение смещения? Только так называемым высокоомным вольтметром, т. е. прибором, имеющим большое внутреннее сопротивление. Такие вольтметры могут быть легко изготовлены из имеющихся в продаже гальванометров путем включения последовательно с ними высокоомных сопротивлений и отградуированных по эталонным приборам в лаборатории.

3. При желании измерить то напряжение, которое подаётся непосредственно на анод лампы того или иного каскада усилителя, обычно концы измерительного прибора (клеммы «плюс» — «300») включают; плюс прибора (V) непосредственно к аноду лампы, а конец «300», т. е. минус прибора — к «земле» усилителя (рис. 410).

Можно ли верить показаниям вольтметра? Нет, так как вольтметр, включённый параллельно электронной лампе между анодом лампы и землёй, вызовет уменьшение общего сопротивления анодной цепи, а следовательно, ток в анодной цепи увеличится, что создаст увеличение падения напряжения на сопротивлениях b . Так как напряжение выпрямителя остаётся без изменения, следовательно, на аноде лампы напряжение будет меньше, чем при отсоединённом вольтметре.

Таким образом, кино механик, производя описанное измерение, будет введен в заблуждение, полагая, что напряжение на аноде лампы недостаточное.

В случае обрыва в цепи катода (например, в точке *a* или в сопротивлении смещения 5) анодный ток через лампу идти не может; ток анодной цепи пойдет через вольтметр. Нетрудно подсчитать и убедиться, что вольтметр в этом случае покажет 52 В.

Так как анодное напряжение на клемме A_1 — 310 В, каждое сопротивление b имеет по 50 000 Ω , а вольтметр при включении в клеммы «плюс» и «300» имеет 20 000 Ω сопротивления, следовательно, идет ток:

$$I = \frac{310}{50\,000 + 50\,000 + 20\,000} \approx 0,0026 \text{ А} \approx 2,6 \text{ мА},$$

и, следовательно, на вольтметре падает:

$$U = IR = 0,0026 \times 20\,000 = 52 \text{ В},$$

остальные же 258 В будут падать на сопротивлениях b анодной нагрузки и развязки.

Спрашивается, что же можно измерять прибором типа ДВИ?

Только те цепи, по которым проходит значительный ток. Так, например, на клеммах выпрямителей, на динамомашинках и т. д.

В остальных случаях прибор типа ДВИ может быть использован, как и индикатор, т. е. для проверки исправности цепи или как испытатель (при применении специальной батареи).

Нередки случаи, когда кино механик для тех или иных измерений пользуется прибором ПИП. При этом измерения ведут не в штеккерных гнездах усилителя УЗК или выпрямителя ВЗК, а, например, используют прибор ПИП так, как указано на рис. 411.

При такого рода измерениях прибор ПИП немедленно сгорит. Произойдет это по той причине, что напряжение на клеммах $З$ — $Д$ выпрямителя ВЗК-9 — 240 В, а прибор ПИП рассчитан всего лишь на 75 мВ при токе в 15 мА (хотя на его шкале указано 400 В).

Следовательно, для того чтобы пользоваться прибором ПИП для измерений, нужно не забывать, что его система (т. е. сам прибор) рассчитана на ток 15 мА при 75 мВ.

Когда прибор ПИП включают в штеккерное гнездо, например, усилителя УЗК-9, последовательно с ним автоматически вводится добавочное сопротивление, установленное в самом усилителе около штеккерного гнезда (прибор в этом случае работает как вольтметр), или шунт (прибор в этом случае работает как миллиамперметр).

В зависимости от величины добавочного сопротивления или шунта прибором ПИП можно измерять соответствующее напряжение или ток.

Об этом не нужно забывать!

Приведенных примеров вполне достаточно, чтобы понять, какую роль играет умение правильно пользоваться измерительным прибором особенно при авариях, ибо неправильное пользование прибором может привести к неверным выводам.

В ремонтных мастерских часто можно видеть по нескольку десятков приборов ПИП, сожженных из-за неумелого пользования прибором.

Различные виды аварий лучше всего разобрать на конкретных примерах.

ПРИМЕРЫ АВАРИЙ И СПОСОБЫ ИХ НАХОЖДЕНИЯ

Предположим, что аппаратная оборудована комплектом УСУ-3.

Контроль ведется по контрольному громкоговорилю.

Регулятор громкости вынесен в зрительный зал.

Между аппаратной и микшером имеется световая и фоническая (звуковая) сигнализация.

Пример 1. Во время сеанса микшер сигнализирует — «звука в зале нет». В аппаратной же контрольный громкоговорилю работает нормально.

Остановите проектор, но, не выключая усилительного тракта и лампы просвечивания, дайте свет в зал. Оставив аппаратную на помощника, идите к громкоговорилям, установленным у экрана ¹⁾, и куском провода, взятым с собой, замкните концы

¹⁾ Доступ к громкоговорилям должен быть совершенно свободный.

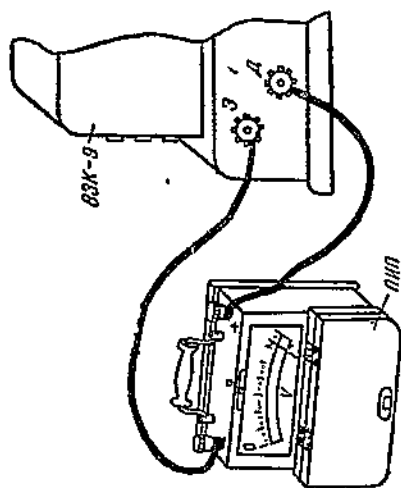


Рис. 411. Прибор ПИП, включенный без специального добавочного сопротивления к клеммам высокого напряжения, стонит

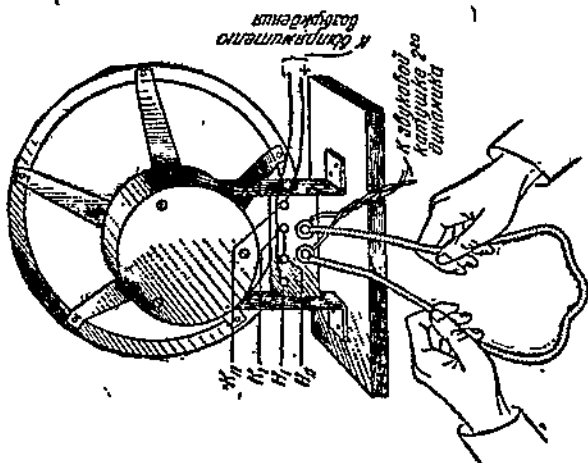


Рис. 412. При последовательном включении двух звуковых катушек громкоговорителей в случае обрыва в одном из них при замыкании проводником первого второго работает

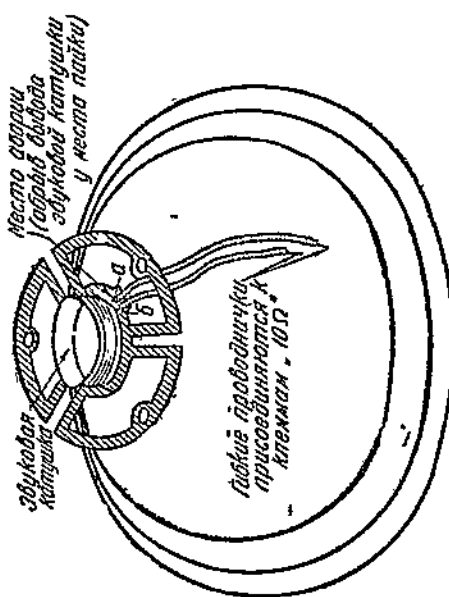


Рис. 413. Частое место аварий у громкоговорителей ГЭД-3 и ГЭД-2,5 — обрыв тонких проводничков на диффузоре, идущих от звуковой катушки к месту пайки с микрофоновыми клеммами

звуковой катушки сначала у одного громкоговорителя (громкоговорители включены последовательно) (рис. 412) и, если звук не появится, то же сделайте у другого громкоговорителя.

Если нет обрыва в линии (а этот случай мало вероятен), звук должен появиться. Сеанс не будет сорван.

Пример 2. Во время сеанса неожиданно пропал звук и в зале и в аппаратурной (контрольный громкоговоритель не работает, но всё же прослушивается некоторый фон и шип).

Прекратив сеанс и дав свет в зал, выключаем звуковые концы, идущие к громкоговорителям зала (в каждой аппаратной необходимо иметь рубильник на выходе усилителя). При этом контрольный громкоговоритель должен быть включённым на выход усилителя.

Начинаем проверку в следующей последовательности.

Смотрим, горит ли лампа просвечивания. Не вынимая фильма, пробуем расчёской модулировать световой поток.

Если звука нет, то, открыв крышку на фотокакаде, слегка ударяем ногтём пальца по лампе, одновременно посмотрев, накалена ли нить лампы.

ВНИМАНИЕ! Во всех случаях аварий микшер должен поставить регулятор громкости на «максимум» («больше»).

Если звука нет, то, сняв экран с лампы первого каскада, слегка ударем ногтём пальца по этой лампе, одновременно следя, есть ли накал и хорошо ли вставлена лампа (пошевелить лампу в её гнездах).

Если звука нет, то, взяв кусок провода, прикасаемся к штырьку «сетка» (ножке) лампы второго каскада (лампа СО-118). Предположим, что при этом появится характерный фон. Это укажет на то, что неисправна анодная цепь лампы СО-118 первого каскада усилителя УЗК-3.

Касаясь одним концом провода анода лампы CO-118 первого каскада, а другим — клеммы «земля», при нормально работающем каскаде мы обнаружим искру. Если она не появится, следовательно, имеется обрыв в сопротивлении 6 или в одном из сопротивлений 7, включённых в анодную цепь лампы CO-118 первого каскада.

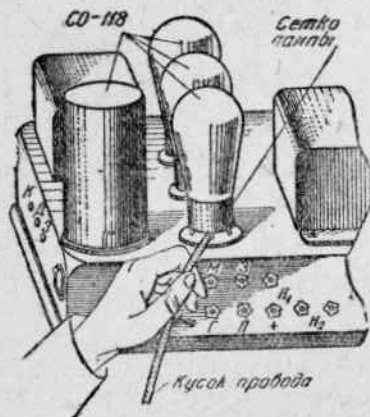


Рис. 414. При прикосновении проводом до сетки лампы СО-118 второго каскада в контрольном громкоговорителе появится своеобразный фон. Это укажет, что все каскады после первого в исправности

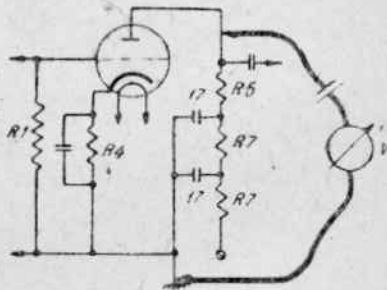


Рис. 415. С помощью испытателя (на схеме обозначен буквой V) проверяем надёжность контакта в сопротивлениях θ и 7; стрелка прибора отклонится, если цепь исправна

В этом случае придётся вскрыть усилитель (отвернуть дно). Выключив установку и отсоединив провод, идущий к клемме A_1 , пробуем с помощью испытателя (вольтметр и батарейка), в каком сопротивлении нет контакта. Установив место аварии и сделав ремонт, производим испытание установки. Если причина аварии заключалась в обрыве указанных сопротивлений, установка готова к дальнейшей эксплуатации.

Пример 3. Звука в зале нет. Контрольный громкоговоритель не работает (не слышно ни звука, ни фона, ни шипа). Измерительный прибор ПИП, включенный в штеккерное гнездо А, ничего не показывает. Аноды кенотронов нагреваются до бела. Показания прибора на щитке ЦЗК-3 меньше нормального.

Причины: 1) пробит один из конденсаторов фильтров (4 или 5); 2) замыкание в линии высокого напряжения (A_1 или A_2).

Что сделать: выключив установку, отсоединить выпрямитель и, отсоединив концы проводов от клеммы A_1 и A_2 , попробовать испытателем (лампа карманного фонарика или вольтметр, включённые последовательно с батарейкой) на каждой группе конденсаторов. Если лампа не горит или стрелка вольтметра не отклоняется, то конденсаторы в исправности и, следовательно, замыкание — на линии.

Если лампа горит, то пробит один из конденсаторов фильтра. Для определения, какой именно, — придётся у каждого из конденсаторов отпаять хотя бы по одному концу и проверить каждый конденсатор указанным испытателем; если лампа горит, то этот конденсатор и пробит. Для уверенности — проверить все конденсаторы.

НЕИСПРАВНОСТИ АППАРАТУРЫ ИЗ-ЗА МОНТАЖА И КОНТАКТОВ

При транспортировке аппаратура подвергается сильной тряске (при выгрузке из вагонов, погрузке на грузовик и т. д.), в результате чего внутри аппаратуры возможны обрывы соединительных проводников или нарушение контактов.

Как правило, обрыв в монтаже происходит в местах пайки и реже — в самих проводниках.

Поэтому перед установкой аппаратуры на рабочее место её тщательно осматривают. Надёжность контактов проверяют путём включения в цепи одного из описанных испытателей (например, батарею 80 В и вольтметр, как указано на рис. 407), прикасаясь и пошевеливая при этом отдельные участки цепи (например, сопротивления). При исправных контактах стрелка прибора, отклонившись, стоит без колебаний.

В качестве примеров аварий из-за обрывов в соединительных проводах и нарушениях контактов можно привести: частые обрывы в цепи накала лампы СО-118 пер-

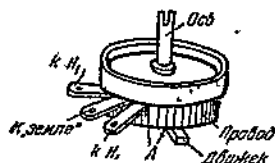


Рис. 416. Потенциометр «средней точки»

А — место, где часто бывает плохой контакт

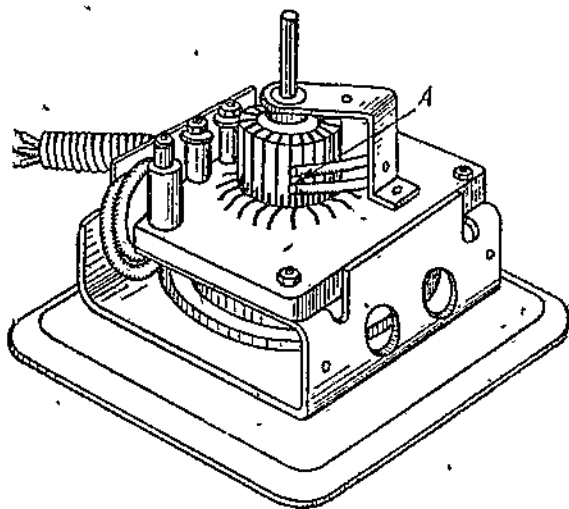


Рис. 417. Регулятор громкости РГ

А — место, где часто бывает плохой контакт

вого каскада усилителя УЗК-9 в месте пайки никелинового сопротивления R_{24} и штырька ламповой панели; обрыв в сопротивлениях шунта R_{24} и R_{23} штеккерных гнезд I_1 усилителя УЗК-9; плохой контакт в потенциометре «средней точки» в усилителе УЗК-9 между движком потенциометра и проводом сопротивления потенциометра (на рис. 416 место плохого контакта обозначено буквой «А»); плохой контакт в регуляторе громкости «РГ» усилителей УСУ-9 и УСУ-3, между штыками ползуна и ламелями коллектора (на рис. 417 место плохого контакта обозначено буквой «А»). Об авариях, вызванных приведёнными случаями, см. ниже в таблицах аварий.

НЕИСПРАВНОСТИ АППАРАТУРЫ ИЗ-ЗА ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМП

Наибольшее число аварий падает на плохие контакты между штырьками лампы и гнездами ламповых панелек. Плохие контакты вызывают сильные трески, шорохи и прочие помехи.

Другой причиной аварий из-за ламп может служить потеря эмиссии у них, что вызывается в целом ряде случаев форсированным режимом или же является результатом длительной эксплуатации лампы.

ВНИМАНИЕ! Плохие контакты в электрических цепях вызывают сильные помехи (трески, шорохи).

Наличие остатков газа в лампе может быть причиной появления «ионизации» (свечения фиолетового цвета). В этом случае через лампу идёт большой ток, вызывая значительный нагрев лампы. Это особенно часто бывает с лампами, работающими в оконечном каскаде и в кенотронах, где на них анодное напряжение достигает большой величины. В большинстве случаев такие лампы выходят из строя, вызывая одну из аварий, приведённых ниже в таблицах.

АВАРИИ МГ

Динамомашинка МГ не возбуждается. В этом случае не горит лампа просвечивания и не накаливается нить электронной лампы фотокаскада. Причинами могут быть: Вращение якоря не в ту сторону. Для изменения направления вращения якоря необходимо любые два конца из трёх поменять местами у мотора МГ.

Пружины, прижимающие щётки к поверхности коллектора, ослабли — следствием является отсутствие контакта между щёткой и коллектором, а следовательно, отсутствие в цепи тока. Щётки должны плотно прилегать к коллектору.

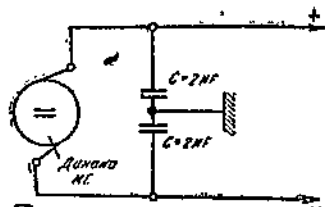


Рис. 418. Шунтирование динамо МГ конденсаторами $C=2\text{нФ}$ позволяет избавиться от помех, создаваемых МГ

Обрыв в одной из цепей динамо, а следовательно, отсутствие тока. Проверить цепи динамо индикатором—вольтметр и батарейка.

Потеря динамомашиной остаточного магнетизма в железе. Динамомашину можно возбудить путём соединения между собой тоненьким волоском (жилкой провода) полюсов машины, т. е. плюса с минусом. При полном числе оборотов динамомашина возбудится, и волосок перегорит.

Нужно опасаться порчи машины (обмотки могут сгореть), если волосок будет сделан из толстого провода, который не может перегореть, когда динамомашина возбудится.

Если при указанном способе динамомашина не возбудится, то её придется отправить в мастерскую, где её возбудят, дав возбуждение от постороннего источника постоянного тока соответствующего напряжения.

Мотор МГ гудит, но не вращается и кроме того сильно греется. Причинами могут быть:

Отсутствие одной из трёх фаз. Для проверки наличия фаз нужно взять лампу на 220 В 25—40 В и проверить, есть ли напряжение между всеми фазами.

При отсутствии одной из фаз работа МГ невозможна.

Заедание осей мотора (или динамо). Якорь провёртывается рукой с трудом. Это может быть от перекоса крышек мотора при неправильной его сборке, а также по причине порчи шарикоподшипника.

Наблюдается сильное искрение, проявляющееся внешне в изусуждении громкоговорителей. Оно может вызываться:

а) неправильной установкой траверзы с закреплёнными на ней щётками (в этом случае необходимо, отпустив стопорный винт траверзы, перемещать её по ходу вращения якоря или в противоположном направлении, пока искрение не пропадёт);

б) загрязнением поверхности коллектора углём щеток и
в) выгоранием поверхности коллектора, что устраняется согласно указаниям, приведённым в описании МГ на стр. 94.

Схема, устраняющая влияние остаточного искрения, приводится ниже:

АВАРИИ ФОТОКАСКАДА ФЭК-1 и ФЭК-9

Как установлено, пробой в трансформаторе ТР-6 является следствием электролиза, происходящего в каркасе трансформатора (каркас кленлся казенном, который, разлагаясь, даёт своеобразную плесень — грибок, проникающий в обмотки и вызывающий пробой трансформатора).

В случае отсутствия в аппаратной аварийного комплекта и запасного трансформатора ТР-6 рекомендуется сделать указанные жирными линиями в схеме (рис. 419) соединения.

ТАБЛИЦЫ АВАРИЙ
усилительной аппаратуры и способы их обнаружения
Поведение усилительной аппаратуры

Таблица 42

В чем проявляются неполадки	Способ обнаружения	Место аварии
Звук в зале нет Контрольный громкоговоритель работает нормально	При обрыве звуковой катушки в случае замыкания её накоротко другой работает. См. рис. 412	Обрыв звуковой катушки у одного из двух громкоговорителей при последовательном их включении
Контрольный громкоговоритель не работает от шлёмки	Присоединив к звуковой линии у экрана концы телефона, слушаем, есть ли звук (установка при этом должна работать). Если звука нет, следовательно, обрыв в линии	Обрыв в звуковой линии
	При постукивании пальцем по лампе первого каскада в контрольном громкоговорителе слышен мелодичный звон	Обрыв во входных цепях устройства
	Анодный ток в цепи одной из ламп больше нормального. Сильно греется одно из сопротивлений развязки	Пробит один из конденсаторов развязки. В этом случае выпрямленное напряжение замыкается через соответствующее развязывающее сопротивление непосредственно на «землю», а следовательно, к аноду лампы напряжение не доходит. Сопротивления развязки греются по той причине, что через них проходит большой ток, вызывая рассеивание мощности, на которую эти сопротивления не рассчитаны
	Анодный ток в цепи одной из ламп равен нулю	Обрыв в анодной цепи этой лампы
	При испытании устройства от адаптера контрольный громкоговоритель нормально работает при условии, что адаптер включён во второй каскад	Неисправен первый каскад усилителя
	Анодный ток каскада, в цепи сетки которого пробит переходный конденсатор, возрос. Сопротивления в его анодной цепи значительно нагреваются	Пробит переходный конденсатор
Контрольный громкоговоритель вообще не работает (не слышно ни шипа, ни фона, ни звона)	Аноды кенотрона греются добела. Выпрямленное напряжение равно нулю	Пробит один из конденсаторов фильтра («входной» конденсатор фильтра). В этом случае сопротивление нагрузки в выпрямителя равно нулю и, следовательно, всё напряжение падает на анодах кенотронов, и на них рассеивается значительная мощность, которая вызывает нагрев анодов добела

В чём проявляются неполадки	Способ обнаружения	Место аварии
Контрольный громкоговоритель вообще не работает (не слышно ни шина, ни фона, ни звона)	Перегорают предохранители Выпрямленное напряжение резко возросло. Токи в плечах пуш-пулла не обнаруживаются. Лампы, работающие в плечах пуш-пулла, холодные	Замыкание в цепях или силовом трансформаторе Обрыв в сопротивлении смещения оконечного каскада. Так как основным потребителем энергии от выпрямителя является оконечный каскад, т. е. пуш-пулл, то в случае обрыва в его анодной цепи большая часть нагрузки с выпрямителя снимается, в результате чего выпрямленное напряжение резко возрастает. Лампы оконечного каскада холодные по той причине, что через них не проходит анодный ток, а следовательно, на их анодах не происходит рассеивания мощности
Звук в зале слабый Контрольный громкоговоритель работает нормально	Напряжение возбуждения резко возросло. Железный предмет (например, отвёртка), поднесённый к магнитной системе громкоговорителя, не притягивается. Вольтметр, включённый параллельно линии возбуждения у громкоговорителя, показывает напряжение выше нормы Вольтметр, включённый в зале параллельно возбуждению громкоговорителей, ничего не показывает	Обрыв в катушке возбуждения громкоговорителя Обрыв в линии возбуждения
Контрольный громкоговоритель работает слабо	Анодный ток в цепи очень мал Усилительное устройство работает нормально То же Аноды ламп оконечного каскада накалены добела. Ток в плечах пуш-пулла резко возрос	Лампа потеряла эмиссию Лампа просвечивания покрылась темным налётом или на ней мало напряжение. Оптическая система звукового блока засорена Фотоэлемент потерял чувствительность, что может произойти, например, при ярком освещении его от мощного источника света (дуговая лампа и т. д.) Замкнуто накоротко сопротивление смещения оконечного каскада. В этом случае через лампы оконечного каскада пойдёт большой анодный ток, который вызовет на анодах ламп большую мощность рассеивания, доведя аноды до белого каления

В чём проявляются неполадки	Способ обнаружения	Место аварии
Контрольный громкоговоритель работает слабо Громкий фон в зале Контрольный громкоговоритель работает без фона Контрольный громкоговоритель громко фонит	Измерение токов и напряжений в цепях соответствует нормальным значениям, но звон, прослушиваемый в контрольном громкоговорителе при постукивании пальцем по лампе первого каскада, слабый. Мощность на выходе заметно снизилась Напряжение возбуждения заметно упало Обнаруживается тщательным осмотром То же одним из испытателей, описанных выше При включении запасного конденсатора (около 10 μF) параллельно клеммам выпрямленного напряжения фон пропадает При присоединении параллельно дросселю вольтметра его показания равны нулю. Устранение требует вскрытия аппаратуры Необходимо тщательно осмотреть проводку заземления Обнаруживается испытателем, вольтметр — карманная батарейка	Обрыв во вторичной обмотке переходного трансформатора, в результате чего звуковая частота подводится к сеткам ламп лишь одного плеча пуш-пулла, вызывая тем самым большие искажения Отсоединился сглаживающий конденсатор, в результате чего и появился фон На фотоэлемент падает свет от освещения киноаппаратной Не заземлена броня гибкого шланга, идущего от фотоэлемента к фотокаскаду или усилителю Конденсаторы фильтра выпрямителя отсоединились Испорчен дроссель фильтра (замыкание) Одна из цепей сеток касается проводов, по которым идёт переменный ток Плохое заземление (см. раздел о заземлении, стр. 335) Плохой контакт в «средней точке»
Трески, шорохи в зале Контрольный громкоговоритель работает нормально Контрольный громкоговоритель работает с тресками и шорохами	Вольтметр, включённый параллельно линии возбуждения, показывает непостоянную величину напряжения (стрелка прибора «прыгает») Телефон, включённый в звуковую линию, треска не обнаруживает Когда фильм из блока выпнут, трески пропадают При замыкании «входа» усилителя трески пропадают Фотоэлемент светится фиолетовым светом	Плохие контакты в линии возбуждения, громкоговорителя или в выпрямителе возбуждения Дефекты фонограммы фильма Плохие контакты во входных цепях (например, в гибком шланге фотоэлемента) Газовый разряд в фотоэлементе

В чем проявляются неполадки	Способ обнаружения	Место аварии
Контрольный громкоговоритель работает с тресками и шорохами	Когда дотрагиваемся до ламп, трески пропадают Измерительный прибор, включенный в анодные цепи, показывает резкие толчки анодного тока	Плохой контакт в ламповых панелях Плохие контакты в сопротивлениях, дросселях, переходных колодках и т. д.
Искажения	При постукивании пальцем по электронной лампе первого каскада усилителя в контрольном громкоговорителе слышен хриплый звон	Обрыв в одном из сопротивлений смещения предварительных каскадов. В результате этого режим работы данного каскада резко нарушается
Работа сопровождается выкриками	При прикосновении пальцем к одной из управляющих сеток усилитель работает некоторое время нормально	Обрыв в цепи утечки сетки (см. ниже)
Воспроизведение несколько искажено	При измерении тока в плечах пуш-пулла выяснилось, что он резко отличается по величине. Одна из ламп оконечного каскада холодная. Выпрямленное напряжение несколько возросло	В одном из плеч оконечного каскада не работает одна из ламп, вследствие чего полностью нарушилась симметрия плеч, что и вызывает искажения
В зале прослушиваются звуки, напоминающие работу мотоцикла	При вскрытии усилителя просмотреть надежность контактов в цепи развязки	Отпаялся один из конденсаторов развязки. В связи с этим увеличится связь каскадов через источники питания и усилитель самовозбуждается
Звук в зале сопровождается свистом и искажением («генерация»)	При соединении «сетки» лампы с «землей» через сопротивление порядка 250 000 Ω «капание» пропадает	Отпаялось одно из сопротивлений утечки сетки. Обрыв в утечке может привести наряду с искажениями, как и предыдущий случай, к увеличению связи через источники питания и возникновению самовозбуждения
	При удалении линии «вход» от линий «выход» генерация пропадает	Линии «входов» расположены в непосредственной близости к линиям «выхода», в результате чего произойдет так называемая генерация, т. е. явление, когда основное напряжение на выходе и его частота не зависят от входного напряжения и определяются данными усилителя ¹⁾
	При заземлении брони линии «входа» генерация пропадает При дотрагивании до экранов свист или усиливается или пропадает	Плохая экранировка линий «входа» Плохо заземлены экраны усилителя

¹⁾ Относится к условиям нестационарной работы (передвижки).

В чём проявляются неполадки	Способ обнаружения	Место аварии
В зале слышен хрип	При работе от фотоэлемента или адаптера, но при отключённых звуковых катушках громкоговорителей стрелка миллиамперметра, включённого в одно из плеч пуш-пулла, резко колеблется	Выходной трансформатор имеет короткозамкнутые витки, в результате чего нарушается согласование между сопротивлением каскада и сопротивлением нагрузки (громкоговорителем). Более подробно см. в разделе «Детали» главу о трансформаторах
К основной передаче примешиваются звуки радио	При улучшении заземления брони радио пропадает	Плохая экранировка входных цепей
Основная передача сопровождается характерным жужожанием	При включении параллельно гнездам «Нф» лампы ПО-119 фотокаскада ФЗК конденсатора от 2 μ F и выше жужожание пропадает Указанное выше включение конденсатора не помогает — замена карболитовой ламповой панельки ФЗК на гетинаксовую уничтожает жужожание	Наводки от МГ (мотор-генератора) Утечка в ламповой панельке фотокаскада ФЗК
Сильно греется силовой трансформатор ¹⁾	Обнаруживается посредством испытателя — карманная батарейка и лампочка	Нить накала кенотрона касается анода В некоторых случаях нагрев вызывается замыканием в цепях накала или других Кроме того причиной перегрева может послужить замыкание витков и пробой обмоток. В этом случае требуется заменить трансформатор

ТАБЛИЦЫ АВАРИЙ

в наиболее распространённой усилительной аппаратуре и способы их обнаружения
УСУ-3

Таблица 43

В чём проявляются неполадки	Способ обнаружения	Место аварии
Устройство не работает от плёнки	При постукивании по лампе СО-118 фотокаскада в контрольном громкоговорителе слышен мелодичный звон Слегка постукиваем пальцем по лампе СО-118 первого каскада усилителя УЗК-3, — при исправном усилителе в контрольном громкоговорителе должен быть слышен мелодичный звон	Неисправность во входной цепи ФЗК-3. Неисправность в цепях фотоэлемента

¹⁾ При применении суррогатов предохранителей — «жучков» — трансформатор сгорит.

В чем проявляются неполадки	Способ обнаружения	Место аварии
При повороте рукоятки регулятора громкости РГ громкость не изменяется, начиная с определённого положения ее звук резко обрывается Звук искажен	То же делаем с лампой СО-118 фотокаскада ФЭК-3 — в контрольном громкоговорителе мелодичного звона не слышно. Усилитель УЗК-3 работает нормально и от адаптера и от микрофона При нормально работающем УЗК-3 неполадки проявляются при работе как от фотокаскада, так и от микрофона и адаптера Нормальная громкость получается при положении регулятора громкости, соответствующем малому усилению — первые кнопки РГ	Неисправность в анодной цепи ФЭК-3. Например: а) обрыв в анодной цепи или пробой в одном из конденсаторов С-7; б) в ФЭК-3 анодная цепь иногда бывает замкнута на «землю» (из-за плохой изоляции), в результате чего на анод лампы СО-118 напряжение не попадает, чем и объясняется нерабочее состояние ФЭК-3; в) плохой контакт в ламповой панельке или неисправность лампы Обрыв в регуляторе громкости РГ-3. В этом случае звуковая частота со второго каскада УЗК-3 не попадает на сетку третьего и, следовательно, звук пропадает Перегрузка второго каскада УЗК-3 за счёт избыточной чувствительности фотозлемента¹⁾
Устройство работает с большими искажениями	При постукивании пальцем по лампе СО-118 фотокаскада ФЭК-3 в контрольном громкоговорителе прослушивается хриплый звон	Обрыв в одном из сопротивлений смещения 5 — 9, в результате чего резко нарушается режим работы соответствующего каскада
Устройство работает с большими искажениями	Аноды ламп УО-104 оконечного каскада накалены до бела. Ток в плечах пуш-пулла резко возрос	Замкнуто накоротко сопротивление смещения оконечного каскада 6, установленное в ВЗК-3. Замыкание произошло из-за того, что корпус электролит. конденсатора 9 (в ВЗК-3) касается шасси
Устройство работает с большими искажениями при заметно сниженной мощности	Измерение токов и напряжений в цепях соответствует нормальным значениям, но звон, прослушиваемый в контрольном громкоговорителе, при постукивании пальцем по лампе СО-118 первого каскада, слабый	Обрыв во вторичной обмотке переходного трансформатора ТР-2, в результате чего звуковая частота подводится к сеткам ламп лишь одного плеча пуш-пулла, а следовательно, пуш-пулл работает с большими искажениями
Устройство не работает	Лампы оконечного каскада холодные. Напряжение А-1 возросло до 400 В. При измерении анодного тока в плечах пуш-пулла (штеккерные гнезда 1-2) он равен нулю	Обрыв в сопротивлении смещения оконечного каскада (сопротивление 6 в ВЗК-3) вызывает разрыв анодной цепи ламп пуш-пулла
Устройство не работает	От усилителя УЗК-3 пахнет гарью. При вскрытии обнаружено, что сильно греется сопротивление 7 развязки	Пробит один из конденсаторов 17 или 19. Выпрямленное напряжение замыкается либо через развязывающее сопро-

¹⁾ Для УСУ-3 чувствительность фотозлемента не должна превышать 150 $\mu\text{A/Lm}$.

В чём проявляются испалации	Способ обнаружения	Место аварии
Устройство не работает. Лампа просвечивания не горит	У газотрона ВГ-176 плавятся аноды. При измерении в интескерном гнезде на ЩЗК-3 ток равен нулю. Возбуждения громкоговорителей ГДД-8 нет. Накала ламп СО-118 фотокасиада и первого каскада УЗК-3 нет	типление 7, либо через сопротивление 10 на «землю». Сопротивления сильно грются по той причине, что на них рассеивается значительная мощность, на которую они не рассчитаны, в результате чего активированный слой сопротивления горит А ₂ замкнуто на «землю», или короткое в линии, или пробит конденсатор 8 на ЩЗК-3 (в предохранителях вместо пробок сидят «жучки»). В этом случае всё напряжение, развиваемое трансформатором, падает на ВГ-176, так как сопротивление полезной нагрузки равно нулю (короткое замыкание). На анодах газотрона ВГ-176 рассеивается мощность выше допустимой, и он гибнет.
Устройство не работает	Аноды кенотронов 2В-400 греются добела (при зелено-фиолетовом свечении), и кенотроны выходят из строя. Показания вольтметра на ЩЗК-3 резко снизились	Пробит один из конденсаторов 4 (в ВЗК-3), в результате чего все напряжение падает на кенотронах, и на них рассеивается мощность выше допустимой
Звук в зале нет а) Накала лампы СО-118 усилителя УЗК-3 очень слабый б) накала Н ₁ лампы СО-118 усилителя УЗК-3 нет ¹⁾	Контрольный громкоговоритель работает нормально	Обрыв в звуковой катушке громкоговорителя ГДД-8 Обрыв в обмотке возбуждения одного из громкоговорителей Обрыв в линии возбуждения громкоговорителя
Перегорают лампы просвечивания	Каждый раз при вставлении лампы просвечивания в патрон на звуковом блоке — она перегорает	Один из проводов проводки к патрону лампы просвечивания (соединённый с сопротивлением «З») замыкается на землю (например, на корпус патрона, что в практике бывает довольно часто)
Лампа просвечивания не горит, перегорает нить накала лампы СО-118 на фотокасиаде ¹⁾	При замене лампы СО-118 нить вновь перегорает	Короткое замыкание проводов, подводящих питание к нити лампы просвечивания (например, в патроне)

¹⁾ Относится к схеме УСУ-3 1937 г. (схема № 3).

В чём проявляются неполадки	Способ обнаружения	Место аварии
Устройство не работает от пилёнок*	Для обнаружения аварии постукиваем по лампе ПО-119 фотокаскада. Постукивание должно вызвать звон в громкоговорителе. Если звон не прослушивается, то постукиваем по лампе СО-118 первого каскада усилителя УЗК-9. Мелодичный звон в громкоговорителе укажет на исправность каскадов усиления. После этого проверим исправность входной цепи усилителя, для чего коснёмся пальцем клеммы П усилителя; при этом при исправной цепи в громкоговорителе появится характерное гудение. Проведённая проверка укажет на неисправность анодной цепи фотокаскада	Обрыв в выходном трансформаторе ТР-6 фотокаскада
Сильные трески при повороте ручки «регулятора громкости»		Плохой контакт в регуляторе громкости между скользящими пружинами и коллектором
При повороте ручки регулятора громкости РГ громкость не изменяется. Фон усилителя превосходит норму; начиная с определённого положения ручки регулятора громкости, звук резко обрывается	При нормально работающем УЗК-9 неполадки проявляются при работе как от фотокаскада, так и от микрофона, адаптера	Обрыв в регуляторе громкости
Сильный фон	При установке ручки регулятора громкости на максимум сильный фон в контрольном громкоговорителе укажет на плохой контакт в потенциометре «средней точки»	Плохой контакт в потенциометре «средней точки»: между ползуном и спиралью провода сопротивления или между началом провода и проводом монтажа

* Во всех случаях ручка «регулятора громкости» должна стоять на положении «больше». Звуковые катушки громкоговорителей зала должны быть отсоединены (с помощью рубильника).

Всегда должен быть включён контрольный громкоговоритель или телефон.

В чём проявляются исполадки	Способ обнаружения	Место аварии
Устройство не работает ни от фотокаскада, ни от микрофона, ни от адаптера	Слегка постукивая пальцем по лампе СО-118 первого каскада усилителя УЗК-9 (лампа, закрытая металлическим кожухом), при исправном усилителе в контрольном громкоговори́теле должен быть слышен мелодичный звон, и, следовательно, неисправна цепь входного трансформатора	Обрыв во входном трансформаторе ТР-1 усилителя УЗК-9
Устройство работает с большими искажениями	При постукивании пальцем по лампе ПО-119 фотокаскада в контрольном громкоговори́теле прослушивается хриплый звон. Анодный ток резко уменьшился	Обрыв в одном из сопротивлений смещения $R_6, R_{15}, R_{16}, R_{17}$ вызывает искажения из-за резкого нарушения режима каскада
Устройство работает с искажениями при заметно сниженной мощности	Измерение токов и напряжений в цепях соответствует нормальным значениям, но звон, прослушиваемый в контрольном громкоговори́теле при постукивании пальцем по лампе СО-118 первого каскада, слабый	Обрыв во вторичной обмотке переходного трансформатора ТР-2
Устройство не работает	Измерение анодного тока в одном из предварительных каскадов значительно больше нормы	Пробит один из конденсаторов развязки C_5, C_8, C_{10} . В этом случае выпрямленное напряжение замыкается через соответствующее развязывающее сопротивление на «землю», а следовательно, на анод лампы напряжение не попадает
Устройство не работает	Напряжение, измеряемое в штеккерных гнездах «V ₁ » и «V ₂ », равно нулю. Аноды кенотронов греются добела. Прибор на щитке ШЗК-9 показывает вместо 85 В значительно меньше	Пробит один из конденсаторов C_{15} фильтра выпрямителя ВЗК-9. В этом случае сопротивление нагрузки равно нулю, и, следовательно, все выпрямленное напряжение падает на анодах кенотронов, т. е. на них рассеивается значительная мощность, которая вызывает нагрев анодов добела
Устройство не работает	При измерении анодного тока в плечах пуш-пулла (штеккерные гнезда 1-4) он равен нулю. Напряжение A_2 резко возросло	Обрыв в сопротивлении смещения C_{23} оконечного каскада. (Сопротивление находится в выпрямителе ВЗК-9.) Напряжение A_2 возросло по той причине, что с выпрямителя снялась основная нагрузка (питание оконечного каскада)

В чём проявляются неисправности	Способ обнаружения	Место аварии
Устройство не работает	Предохранители на шитке ЦЗК-9 перегорают. Заменённые предохранители при вынутых из ВЗК-9 кенотронах вновь сгорают ¹⁾	Короткое замыкание в обмотках трансформатора ТР-10, вызывающее значительный ток величина которого превосходит ток, на который рассчитан предохранитель (на 4 А при 85 В) Короткое замыкание в карболитовой панелике кенотрона, которое вызывает замыкание накоротко высоковольтной обмотки.
Звук в зале пер. Контрольный громкоговоритель работает нормально	Напряжение, измеренное в штеккерном гнезде «Vд», нормально (240 В)	Обрыв в звуковой катушке одного из громкоговорителей (см. стр. 349) Обрыв в звуковой линии
Звук в зале очень слабый. Контрольный громкоговоритель работает нормально	Напряжение, измеренное в штеккерном гнезде «Vд», значительно выше нормального	Обрыв в катушке возбуждения одного из громкоговорителей Обрыв в линии возбуждения
Основная передача сопровождается характерным жужжанием	При выключении параллельно гнездам Нфк лампы ПО-119 фотокасиада конденсатора от 2 pF и выше жужжание пропадает Включение конденсатора не помогает—заменить карболитовую ламповую панельку на гетинаксовую. Вытереть на панельке пыль	Наводки от МГ Утечка в ламповой панельке фотокасиада
Прослушивается радиопередача	При замыкании конца фотоэлемента «катод» с «землей» радио пропадает	Плохо заземлены концы, идущие от фотоэлемента к фотокасиаду. Провод, идущий от катода фотоэлемента к сетке лампы ПО-119, служит как бы антенной, на которую электромагнитные волны радиостанций наводят напряжение высокой частоты, детектируемое лампой фотокасиада

¹⁾ При применении суррогатов предохранителей силовой трансформатор ТР-10 выпрямителя сильно греется. Показание прибора на шитке ЦЗК-9 значительно меньше нормы (меньше 85 В). Напряжение измеренное в гнездах V_г и V_н, равно нулю.

В чём проявляются неполадки	Способ обнаружения	Место аварии
Устройство не работает от плёнки	При постукивании пальцем по лампе СО-118 первого каскада усилителя в громкоговорителе слышен мелодичный звон. При прикосновении пальцем к гнезду «сетка» ламповой панели гибкого шланга фотоэлемента в громкоговорителе слышен сильный рёв. То же наблюдается при прикосновении к штырьку «сетка» гибкого шланга. Для проверки исправности анодной цепи фотоэлемента берём небольшой кусок изолированного с зачищенными концами провода и соединяем штырёк шланга «анод» с клеммой «земля» устройства. В этом случае должна проскакивать искра, указывающая на исправность цепи анода фотоэлемента. Если искры не будет, то ту же проверку на искру проводим с концом «анода» на ламповой панели гибкого шланга фотоэлемента (на панели устройства). То же делаем непосредственно на штырьках фотоэлемента. При постукивании пальцем по лампе СО-118 первого каскада усилителя в громкоговорителе слышен звон, сопровождаемый хрипом. Цепь фотоэлемента до анода его оказалась при проверке исправной.	Неисправность в цепях фотоэлемента. Обрыв анодной цепи фотоэлемента в гибком соединительном шланге, в результате чего фотоэлемент, не получая на анод напряжения, не работает. Неисправна линия питания анода фотоэлемента, например, плохие контакты в цепи сопротивлений R_2 и R_{12}. Обрыв цепи сопротивления R_2, что вызывает разрыв анодной цепи фотоэлемента, а следовательно, фотоэлемент работать не будет.
Устройство не работает от плёнки	При постукивании пальцем по лампе СО-118 первого каскада усилителя звона не слышно в положении регулятора громкости, соответствующем максимальному усилению. Когда касаемся гнезда, соединённого с сеткой лампы второго каскада, в громкоговорителе появляется сильное гудение.	Неисправна анодная цепь первого каскада усилителя, например, обрыв в сопротивлениях R_3-R_9.
Устройство не работает	Стрелка вольтметра стоит на нуле: а) Катод кенотрона накаливается нормально б) То же	а) В переходной колодке шнура громкоговорителя в точках А—В плохой контакт б) Обрыв в обмотке возбуждения громкоговорителя

В чём проявляются неполадки	Способ обнаружения	Место аварии
Устройство не работает	в) Кенотрон «газит» (светит фиолетово-зелёным светом). Аноды кенотрона греются до бела	в) Пробит один из конденсаторов фильтра С-12, в результате чего сопротивление нагрузки равно нулю и, следовательно, всё высокое напряжение трансформатора подводится к анодам кенотрона, на которых рассеивается мощность выше допустимого предела, и кенотрон выходит из строя
	г) Кенотрон «газит». Сильно греется дроссель фильтра ДР-23 д) Кенотрон греется выше нормы. Сильно греются дроссель ДР-23 и обмотка возбуждения громкоговорителя Вольтметр показывает напряжение выше нормы. Лампы УО-104 — холодные	г) Пробит конденсатор фильтра С-11 д) Пробит конденсатор фильтра С-10 Обрыв в сопротивлении R-78 смещения оконечного каскада (пуш-пулла), в результате чего анодный ток через лампы УО-104 идти не может (оборвана анодная цепь)
То же	При прикосновении изолированным проводом с зачищенными концами гнезд «адаптера» проскакивает искра От устройства пахнет гарью. При вскрытии оказалось, что сильно греется сопротивление R₉	Пробит переходной конденсатор С-5 Пробит конденсатор развязки С-4, в результате чего анодное напряжение, замыкаясь на «землю» (минус высокого напряжения), не доходит до анода лампы (Л.) и устройство не работает
Сильные трески при работе с плёнкой	При отсоединении гибкого шланга фотоэлемента у панели «фотоэлемент» усилителя трески пропадают	Плохой контакт в гибком шланге Фотоэлемент «засветился», т. е. произошёл газовый разряд в фотоэлементе, сопровождающийся сильными тресками и свистом, прослушиваемыми в громкоговорителе. Зажигание может произойти в том случае, когда выпрямительное устройство даёт не 280 В выпрямленного напряжения, а больше. В этом случае напряжение на аноде фотоэлемента достигает величины «потенциала зажигания», и фотоэлемент засветится

В чём проявляются неполадки	Способ обнаружения	Место аварии
Сильные трески при работе как с плёнки, так и с адаптера	Трески пропадают в некоторых положениях ручки регулятора громкости	Фотоэлемент может засветиться и в том случае, когда будет обрыв в цепи сопротивления $R-3$, в результате чего напряжение на аноде фотоэлемента достигает величины порядка 280 V вместо требуемых 240 V Плохой контакт в регуляторе громкости $R-13$ Чаще всего отходит движок от контактов, вызывая разрыв цепи Плохие контакты в анодных и сеточных цепях Плохие контакты в переходной колодке громкоговорителя
Сильный фон	При прикосновении рукой к клемме «земля» устройства фон уменьшается При повороте оси потенциометра $R-5$ («средняя точка») влево или вправо фон, прослушиваемый в громкоговорителе, не изменяется по силе При замыкании «катод» фотоэлемента с клеммой «земля» фон пропадает	Плохое заземление Плохой контакт между движком «средней точки» и намоткой потенциометра $R-5$ Гибкий шланг фотоэлемента не заземлён, в результате чего на входные цепи устройства происходят наводки от осветительных сетей, электромотора передвигки и т. д.
В зале прослушиваются звуки, напоминающие работу мотоцикла	При вскрытии усилителя посмотреть надёжность контактов в цепи развязки При соединении сетки лампы с «землёй» через сопротивление порядка 250 000 Ω «капание» пропадает	Отпаялся один из конденсаторов развязки. В связи с этим увеличится связь каскадов через источники питания (выпрямитель) и усилитель самовозбудится
Устройство работает с большими искажениями	При постукивании пальцем по лампе СО-118 первого каскада усилительного устройства в громкоговорителе прослушивается хриплый звон	Обрыв в одном из сопротивлений смещения $R-4$, $R-11$ или $R-14$ вызывает искажения из-за резкого нарушения режима каскада
Устройство работает с искажением при заметно сниженной мощности	При постукивании пальцем по лампе СО-118 первого каскада звон, прослушиваемый в громкоговорителе, слабый	Обрыв во вторичной обмотке переходного трансформатора ТР-31 вызывает нарушение режима плеч пуш-пулла (работает лишь то плечо, на сетку лампы которого подаётся звуковая частота)

В чём проявляются неполадки	Способ обнаружения	Место аварии
Устройство не работает от плёнки	При постукивании пальцем по лампе первого каскада усилителя СО-118 для УК-25 и СО-124 для УКМ-25 в контрольном телефоне слышен мелодичный звон. При прикосновении пальцем к штырьку «сетка» штепсельной колодки для включения шланга фотоэлемента в телефоне слышно сильное гудение. Для проверки исправности гибкого бронированного шланга вынимают его вилку из проектора и касаются пальцем штырька вилки «сетка». Если гудения при касании не будет, то шланг не имеет контакта в штырьках или он оборван. Анодный провод проверяют путём кратковременного замыкания штырька «анод» с клеммой «земля» усилителя. В этом случае должна проскакивать искра, указывающая на исправность шланга. Проделать то же в той же последовательности непосредственно на фотоэлементе Проверка на искру замыканием штырька «анод» колодки 65 на усилителе на «землю» показывает на обрыв в анодной цепи фотоэлемента	Неисправность в цепях фотоэлемента Обрыв в гибком шланге Обрыв в цепи фотоэлемента на проекторе Обрыв в сопротивлениях 22 или 23 для УКМ-25
Сильные трески	При отсоединении шланга трески пропадают Стрелка измерительного прибора резко прыгает То же	Плохие контакты в гибком бронированном кабеле Плохие контакты в цепях питания Плохие контакты в колодке громкоговорителя Разряд фотоэлемента, который может произойти от работы усилителя в форсированном режиме. Напряжение на фотоэлементе, достигая величины «потенциала зажигания» вызывает явление ионизации в фотоэлементе (его свечение), которое сопровождается тресками и свистом

Примечание. При проверке желательно звуковые концы в громкоговорителе отключать с помощью ключа 48 для УК-25 и 62 для УКМ-25.

В чём проявляются неполадки	Способ обнаружения	Место аварии
Сильный фон	При отсоединении от клеммы «земля» провода, идущего к заземлению, фон не пропадает. При замыкании штырька шланга «сетка» с клеммой «земля» фон пропадает При повороте оси «средней точки» (она же «потенциометра») 42 для УК-25 и 48 для УКМ-25 фон заметно снижается	Плохое заземление Плохие контакты между броней гибкого шланга и корпусом усилителя, а также корпусом проектора Не отрегулирована «средняя точка» 42 для УК-25 48 в УКМ-25 или отошёл движок от катушки потенциометра
Устройство не работает	Нет показаний вольтметра 54 и миллиамперметра 53 в УК-25. В УКМ-25 прибор 64 не даёт отклонений в любом положении джюка 60. Лампы усилителя горят	Плохой контакт в анодной цепи а) в джеке 50 для УК-25 и 61 для УКМ-25 б) в ламповой панельке между гнездами её и штырьками переходной колодки шнура громкоговорителя в) в переходной колодке шнура громкоговорителя, замонтированной в чемодане громкоговорителя г) обрыв обмотки возбуждения громкоговорителя; д) нет контакта в ламповой панельке кенотрона
Устройство не работает	Нет накала всех ламп Стрелки приборов стоят на нуле Кенотрон «газита» (светится фиолетово-зелёным светом), аноды греются добела	Плохой контакт а) в ключах 49 и 50 для УК-25 и 61 для УКМ-25 б) в переключателе 51 для УК-25 и 63 для УКМ-25 в) сгорел предохранитель 55 или 56 для УК-25 и 74-75 для УКМ-25 г) пробит один из конденсаторов фильтра 77 для УК-25 и 7 для УКМ-25; в результате нагрузка равна нулю и, следовательно, всё напряжение трансформатора высокое подводится к анодам кенотрона на котором рассеивается мощность выше допустимого предела, и кенотрон выходит из строя
Устройство не работает	От усилителя пахнет гарью	Пробит один из конденсаторов развязки 3 или 4 для УК-25, 5, 8, 3 и 10 для УКМ-25

В чём проявляются неполадки	Способ обнаружения	Место аварии
Устройство не работает	Показания вольтметра 54 для УК-25 и 64 для УКМ-25 значительно выше нормы. Миллиамперметр не обнаруживает тока ни в том, ни в другом плече пуш-пулла. Лампы оконечного каскада холодные	Обрыв в сопротивлении смещения оконечного каскада 33 для УК-25 и 41 для УКМ-25, в результате чего анодный ток через лампы оконечного каскада идти не может Плохие контакты в ключе 47 для УК-25 и 60 для УКМ-25
Устройство не работает	Режим цепей усилителя нормален Звук слышен на телефон, громкоговоритель не работает	Неисправность в звуковой линии: а) плохой контакт в ключе 48 для УК-25 и 62 для УКМ-25; б) в переходных колодах шнура громкоговорителя обрыв звуковой катушки громкоговорителя
Устройство работает с большими искажениями при заметно сниженной мощности	Напряжение, измеряемое вольтметром, возросло; Показания миллиамперметра при измерении тока в одном из плеч пуш-пулла равны нулю. Одна из ламп оконечного каскада холодная	Обрыв в анодной цепи одной из ламп оконечного каскада (например, плохой контакт в ключе 47 для УК-25 и 60 для УКМ-25, обрыв в первичной обмотке выходного трансформатора)
Прослушивается радиопередача	При замыкании штырька «катод» фотоэлемента с клеммой «земля» на усилителе наводка от радиопередачи пропадает	Плохой контакт между броней гибкого шланга, идущего от фотоэлемента к усилителю, и «землей»
При воспроизведении прослушивается работа проектора	При установке усилителя на мягкую подкладку шум работы проектора пропадает	Механическое воздействие работающего проектора на лампу первого каскада усилителя
При воспроизведении слышен сильный вой	При повороте громкоговорителя в ту или иную сторону вой пропадает	Громкоговоритель акустически воздействует на лампу первого каскада усилителя, вызывая «микрофонный эффект»
При воспроизведении слышен сильный вой	Из-за плохой экранировки цепей «входа» (например, гибкий шланг или провода к адаптеру) находящиеся в непосредственной близости провода телефона или шнура громкоговорителя воздействуют на «вход» При удалении цепей «входа» от «выхода» вой пропадает	«Вход» усилителя находится в непосредственной близости от «выхода» усилителя, в результате чего происходит явление генерации
Устройство работает тихо	Заменить конденсатор 14 (для УКМ-25)	Утечка в переходном конденсаторе 14 для УКМ-25

В данном случае в качестве анодной нагрузки будет служить сопротивление развязки $R5$, а конденсатор развязки $C4$ будет выполнять функции переходного конденсатора.

В таком виде схема фотокаскада работает более или менее удовлетворительно, и ею можно пользоваться до тех пор, пока не будет отремонтирован выходной трансформатор $TP-6$ фотокаскада.

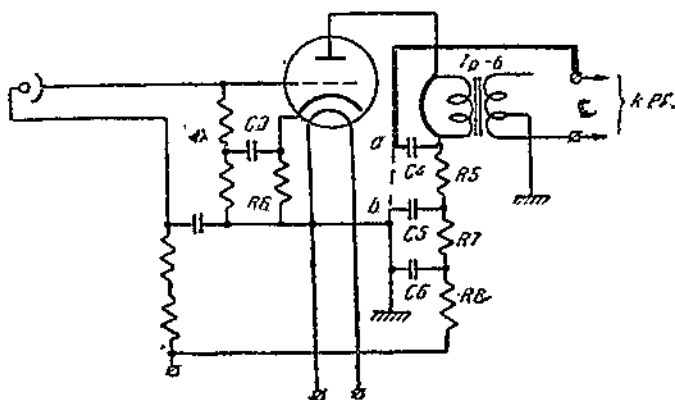


Рис. 419. В случае обрыва в первичной обмотке $TP-6$ и отсутствия запасного необходимо сделать указанные жирными линиями соединения
Пунктирная линия aa — обычное соединение

Описание устройства трансформатора $TP-6$ приведено на стр. 74.

Схемы фотокаскадов ФЗК-1 и ФЗК-9 до переделок приведены на рис. 178, стр. 121, а рис. 185, стр. 131.

ИНСТРУМЕНТЫ

Чтобы устранить ту или иную аварию, может потребоваться инструмент.

Поэтому в каждой киноаппаратной должен иметься хотя бы самый необходимый инструмент достаточного хорошего качества.

Инструмент должен быть всегда под рукой, и киномеханик должен хорошо им владеть.

Можно рекомендовать как минимум следующий комплект инструмента: отвертка большая; отвертка малая комбинированная (в одном стержне находится несколько отверток разной величины); плоскогубцы большие и малые, кусачки, пассатижи, круглогубцы, нож складной для зачистки проводов; паяльники — большой (120 В, 120 Вт), малый торцевой и боковой; напильники разные.

На рис. 420 приведен общий вид рекомендуемого инструмента.

Что представляет собой тот или иной инструмент, мы рассматривать не будем, так как назначение каждого из них понятно само собой.

Что касается правил пользования инструментами, то мы остановимся лишь на том, как пользоваться паяльником, так как неумелое пользование паяльником ведет к плохой пайке, т. е. ненадежным контактам, а последние всегда влекут появление при работе тресков и шорохов.

ПАЙКА

Киномеханик всегда должен помнить, что плохой контакт в электрических цепях вызывает, как правило, аварии и помехи (трески, шорохи). Поэтому все соединения должны быть надежны.

Для этого места соединения проводов пропаиваются оловом.

В качестве флюса необходимо пользоваться только канифолью.

Применение для пайки кислоты или иных кислотных флюсов не рекомендуется.

Провода, спаянные оловом с применением кислоты, покрываются окисями (налет желеного цвета), которые разъедают провод и изоляцию, в результате чего нарушается контакт, вызывая этим аварию. Кроме того, кислота, оставшаяся на проводе после

пайки, может проникнуть в слой изоляционных прокладок (например, в трансформаторах и дросселях) и в этих местах может произойти пробой детали.

Перед пайкой места проводов, подлежащие спайке, должны быть хорошо между собой скручены и зачищены.

При пайке нужно следить, чтобы паяльник не перегревался. Для этого можно рекомендовать устроить приспособление (рис. 421), описанное в журнале «Радио-фронт» № 13 за 1937 г.

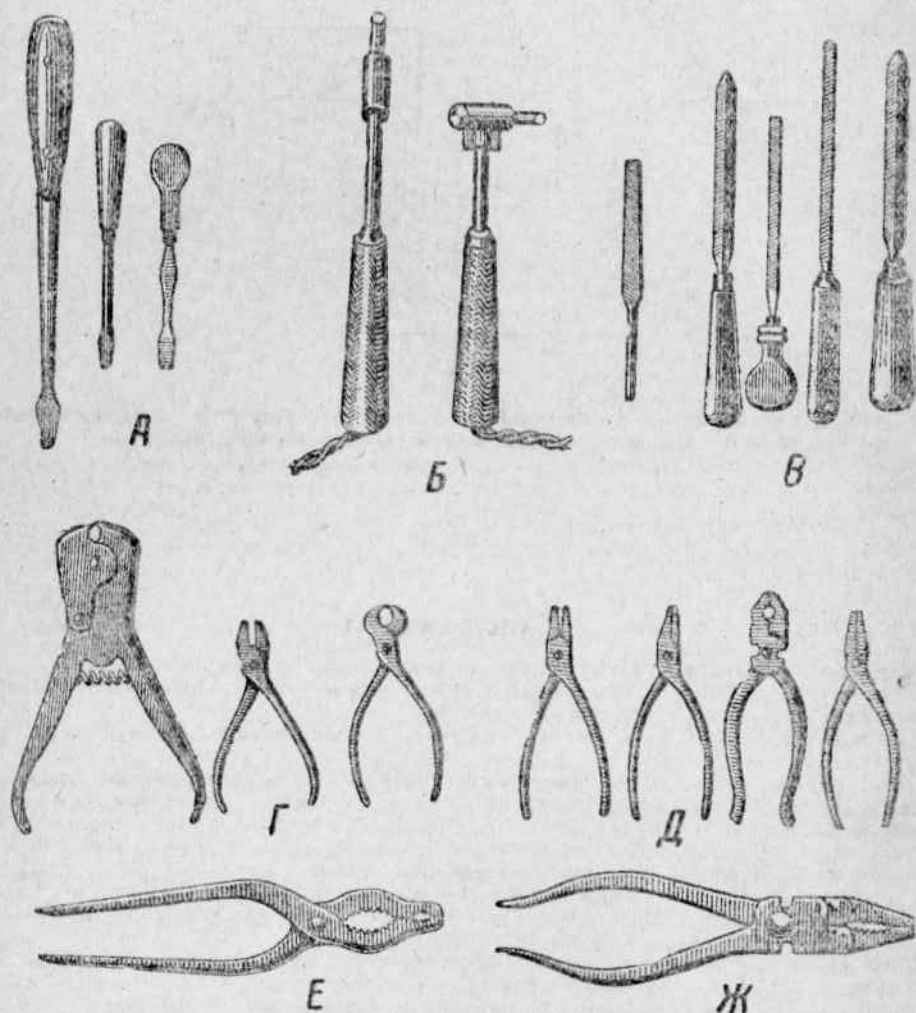


Рис. 420. Инструменты

А — скребки; Б — электрические паяльники — торцевой и боковой; В — паяльники разных типов; Г — различные типы кусачек; Д — круглогубцы, плоскогубцы; Е — плоскогубцы; Ж — пассатижи

ВНИМАНИЕ! Перед пайкой проверь, нет ли около паяльника киноплёнки. Берегись пожара!

Перед пайкой конец паяльника должен быть хорошо залужен, для чего его зачищают напильником до блеска, а затем им плавят кусок олова в канифоли. Нужно помнить, что плохо залуженный паяльник не обеспечит надёжной пайки.

Концом залуженного паяльника плавят кусок олова и затем проводят по месту, подлежащему пайке, одновременно прикасаясь места пайки куском канифоли.

Пайка считается выполненной, когда олово залило всё пространство между спаиваемыми предметами (проводами).

Спаиваемые предметы не рекомендуется трогать до тех пор, пока олово не застынет, иначе контакт будет ненадёжен.

К поверхностям предметов, подлежащих пайке, прикасаться пальцами рук не следует, так как эти поверхности покроются слоем жира, всегда имеющимся на пальцах, и в результате произвести пайку будет трудно.

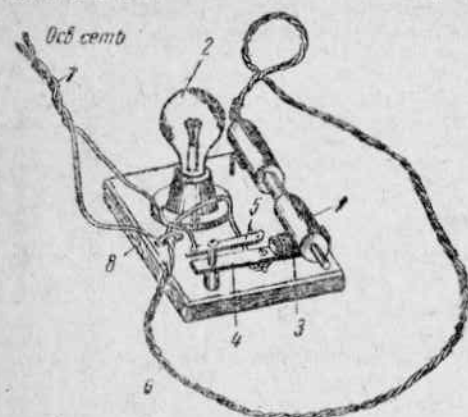


Рис. 421. Приспособление, предохраняющее паяльник от чрезмерного перегрева

1 — паяльник на 120 В; 2 — лампа электрическая 127 В 60 В; 3 — асбестовая пластинка; 4 — латунная пластинка; 5 — то же; 6 — провод паяльника; 7 — провод от сети; 8 — деревянная доска, сверху покрытая асбестом

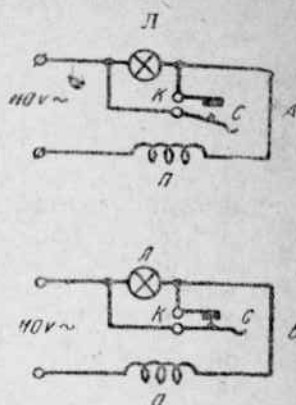


Рис. 422. Схема приспособления, предохраняющего паяльник от перегрева

А — паяльник лежит на пластине С; лампа Л включена последовательно с паяльником П. Паяльник не перегревается. Б — паяльником П паяют; лампа Л выключена. Паяльник греется нормально

В заключение можно рекомендовать следующие общие правила при отыскании места аварии:

При отыскании аварии не нервничай.

Проверь режим всех цепей и убедись, что показания соответствуют норме.

Посмотри, горят ли все лампы.

Проверку води всегда в определённом порядке, не перескакивая от одного участка цепи к другому.

Перед вскрытием аппаратуры выключи ее.

При отыскании аварии избегай присутствия в аппаратной посторонних лиц.

Имей всегда наготове: запасные, заранее проверенные лампы.

Когда сгорит хотя бы одна лампа в пуш-пулле, замени в плечах все лампы заранее подобранными и как-либо обозначенными.

Пробки к предохранителям.

Кусок (около метра) провода с хорошей изоляцией.

Контрольную лампу на 220 В, ввёрнутую в патрон, имеющий длинные концы.

Расчёску для модуляции пучка света.

Вольтметр на 150 — 750 — 1500 В постоянного тока (магнитоэлектрический прибор) и описанные испытатели.

Инструмент.

Шнур 1,5 кв. мм длиной 8 — 10 м.

Имей под рукой монтажную и принципиальную схему установки.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЕДИНИЦ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В КНИГЕ

A — ампер
 mA — миллиампер
 V — вольт
 mV — милливольт
 kV — киловольт
 W — ватт
 kW — киловатт
 Ω — ом

$M\Omega$ — мегом
 F — фарада
 μF — микрофарада
 $m\mu F$ — микромикрофарада
 Ah — ампер-час
 m — метр
 cm — сантиметр
 mm — миллиметр

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИН, ПРИНЯТЫЕ В КНИГЕ

(по ГОСТ-6174)

I — сила тока
 I_a — анодный ток
 I_f — ток накала
 I_g — ток сетки
 $I(g)$ — ток экранной сетки
 U — напряжение
 U_a — анодное напряжение
 U_f — напряжение накала
 U_g — напряжение на сетке
 $U(g)$ — напряжение на экранной сетке

t — температура
 P — мощность
 P_f — мощность, потребляемая нитью накала
 S — крутизна характеристики
 μ — коэффициент усиления лампы
 D — проницаемость
 G — добротность
 R_i — внутреннее сопротивление лампы
 R_g — сопротивление утечки сетки
 r — сопротивление
 C — ёмкость
 L — самондукция

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

Русская

1. Беркман А. С. «Электронные лампы и ламповые схемы». Госиздат по технике связи, Москва, 1936.
2. Терентьев Б. П. «Выпрямители для радиоустройств». Связьрадиоиздат, Москва, 1938.
3. Дроздов К. И. «Усиление низкой частоты». Госиздат по вопросам радио, Москва, 1937.
4. Жеребцов И. П. «Трансформаторы и дроссели». Радиоиздат, Москва, 1936.
5. Левитин Е. А. «Приёмно-усилительные лампы». Радиоиздат, Москва, 1938.
6. Лёвин М. Я. «Усилительное устройство звуковых кинотеатров типа УСУ-3». Ленкинап, 1938.
7. Малинин Р. «Усилители низкой частоты». Связьтехиздат, Москва, 1937.
8. Рабчинский. «Справочник электромонтёра».
9. Ульяновский Н. А. «Выпрямители для радиотехнических устройств». Связьтехиздат, Москва, 1936.
10. Цыкин Г. С. «Трансформаторы низкой частоты». Связьтехиздат, Москва, 1937.
11. Хрущёв А. А. «Комплект усилительной аппаратуры типа ЗК-1». ГУКФ. Москва, 1933.
12. Электропром. «Справочная книга электромонтёра» ОНТИ. Госэнергоиздат, Москва—Ленинград, 1934.
13. Жук Б. Д. «Справочник по радиовещательным усилителям». Связьтехиздат, Москва, 1935.

14. Журнал «Радиофронт». Связьтехиздат, Москва, за ряд лет.
15. Журнал «Киномеханика». Госкиноиздат, за 1936 — 1939.
16. Главэспром, «Электронные выпрямительные лампы (кенотроны)».
17. Ирский Г. Л. «Элементарные основы звукового кино» «Росснабсбыт-кино», 1936 г.
18. Балакшин А. С. «Справочник по усилительным устройствам звукового кино». Госкиноиздат, Москва, 1941.
19. А. Балакшин: «Усилительное устройство УКМ-25». Госкиноиздат, Москва, 1939.
20. А. Балакшин. «Усилительное устройство УКМ-25» («Звуковоспроизводящее оборудование»). Госкиноиздат, 1939.
21. «УСУ-8—стационарное усилительное устройство». Ленкинап, Ленинград, 1941.

Иностранная литература

1. Prof. Morescroft J. H. «Principles of radio communication».
2. «Journal of the Society of Motion Picture Engineers».
3. «Tube Handbook». Radio Corporation of America.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Из практики эксплуатации аппаратуры звукового кино установлено, что неосторожное обращение с электрическим током высокого напряжения неоднократно приводило к смертельному исходу.

Приводим ряд мер предосторожности, избавляющих кинемеханика не только от несчастных случаев, но даже и от удара.

1. При проверке аппаратуры на надёжность контактов (механическая прочность проводов монтажа) аппаратура должна быть отключена от сети.

2. В тех случаях, когда аппаратура имеет блокировку цепей сети (например, в ВУП-30 и ВУО-30-II), прикасаться к элементам схемы внутри аппаратов, изменяя искусственное разблокирование, не разрешается.

Кинемеханики иногда, открыв дверку усилителей ВУП-30 или ВУО-30-II и оставив вместо ножа блокировки отвёртку или иной металлический предмет, дотрагиваются до той или иной части монтажа и деталей, находящихся под высоким напряжением, в результате чего поражаются током.

3. В тех случаях, когда хотя бы произвести измерение на клеммах устройств (например, возбуждение громкоговорителей), необходимо пользоваться проводом с высокой изоляцией (например, марки «магнётон»), соблюдая при этом следующий порядок: сначала надёжно соединяют провод «минус» с «землёй», а проводом «плюс» от измерительного прибора прикасаются к клемме с напряжением; обратное включение не допускается.

4. Не производить какие-либо присоединения и прикосновения к проводам и деталям, если неизвестен порядок напряжения, под которым они находятся.

5. Нужно помнить, что при некоторых условиях напряжение порядка 50 В и выше опасно для жизни.

6. Избегайте производить проверку линий на пальцы. Необходимо пользоваться соответствующей измерительной аппаратурой.

7. Особо нужно опасаться прикосновения к концам повышающих обмоток силовых трансформаторов и анодным цепям, помня, что, во-первых, все шасси и корпуса аппаратуры заземлены (соединены с минусом высокого напряжения), а во-вторых, пол в аппаратной имеет всегда утечку на «землю».

Обязательно требуется:

1. На вход выпрямителя помимо рубильника на щитке ЩЗК (для стационарной усилительной аппаратуры) ставить специальный рубильник на главном щите.

2. В случае применения мотор-генератора МГ моторные концы заводят через рубильники на главном щите (через ЩЗК), помня, что междофазовое напряжение может быть до 220 В (то же относится и к моторам проекторов).

Необходимо применять только трёхфазные рубильники. В некоторых случаях кинемеханики выключают лишь две из трёх фаз, что недопустимо.

3. Около аппаратуры стелить резиновые коврики.

4: При проверке надевать резиновые галоши и в некоторых случаях — резиновые перчатки.

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШИМ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

1. Главные условия успеха при оказании первой помощи — быстрота действий, находчивость и умение подавать угрожающую помощь. Качества эти могут быть обеспечены лишь соответствующими упражнениями и навыками.

Быстрое освобождение пострадавшего от тока и применение к нему искусственного дыхания спасут от смерти, которая может быть только кажущейся (пострадавший не дышит, пульс неощутим, сердце не бьётся). Вызов врача обязателен.

2. Освобождение пострадавшего от тока.

Случай I. Киномеханик, желая проверить надёжность присоединения проводов к мотору проектора, коснулся одного из них рукой, одновременно касаясь корпуса проектора; получив удар (рубильник мотора выключает лишь две из трёх фаз), киномеханик потерял сознание, судорожно сжимая провод. Что сделать?

Надев резиновые перчатки, оттащить пострадавшего от корпуса проектора, вызывая тем самым разрыв цепи тока через пострадавшего на «землю».

Случай II. Киномеханик, нарушив правила техники безопасности, открыл дверцу усилителя ВУО-30-II и, замкнув цепь питания силовых трансформаторов в месте блокировки, стал проверять исправность монтажа усилителя. Коснувшись провода «плюс» высокого напряжения (1200 V) одной рукой, а другой — корпуса усилителя, т. е. «минус» высокого напряжения, киномеханик получил удар током и потерял сознание. Что сделать?

Выключить рубильник линии, питающей усилитель, и, если требуется, применить искусственное дыхание к пострадавшему.

Основные правила, обязательные при применении искусственного дыхания¹⁾: а) по освобождении от тока немедленно начать производить искусственное дыхание; б) не прерывать его ни на мгновение; в) производить искусственное дыхание до положительного результата (оживления) или до появления ясных признаков действительной смерти — появления трупных пятен и окоченения.



Рис. 423. Прежде чем приступить к искусственному дыханию при наличии крепко стиснутого рта, у пострадавшего следует выдвинуть нижнюю челюсть

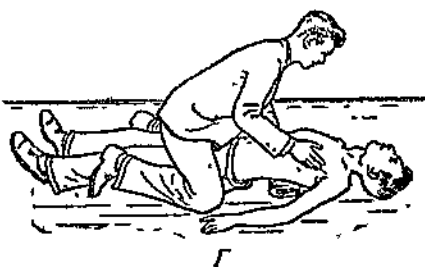
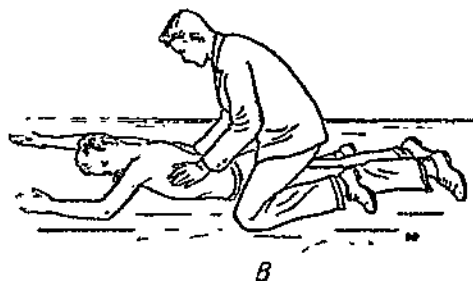


Рис. 424. Искусственное дыхание

Практика показала, что миним умерший после поражения током был возвращён к жизни через 3 — 4 часа и даже более.

Прежде чем приступить к искусственному дыханию, необходимо: а) освободить потерпевшего от стесняющей дыхание одежды (растегнуть ворот и т. п.); б) осмотреть

¹⁾ Заимствовано из книги Рабинского И. В. «Электромотёр». ОНТИ, 1937.

полость рта, удалить вставные челюсти, если таковые имеются; в) при наличии крепке стиснутого рта следует выдвинуть нижнюю челюсть (рис. 423), поставив под углы челюсти по 4 пальца, а большим пальцем упереться в край нижней челюсти и стараться выдвинуть вперед так, чтобы нижние передние зубы стояли впереди верхних.

Наиболее простой и легко выполнимый способ искусственного дыхания — способ Шефера (легко выполняется одним человеком). Положить потерпевшего на пол животом вниз, лицо повернуть несколько в сторону, так, чтобы нос и рот не касались пола, голову слегка приподнять, положить под нее что-нибудь, руки вытянуть вперед (рис. 424).

Встать на колени лицом к голове потерпевшего, так, чтобы бедра потерпевшего находились между колен подающего помощь.

Приёмы искусственного дыхания. Положить обе ладони на нижние рёбра (рис. 424). Нажать ладонями в течение 3 секунд, причём силу нажима постепенно усиливать к концу третьей секунды путём наклона своего тела и плеч вперед так, чтобы всей силой своей тяжести произвести наибольшее сдавливание грудной клетки и тем самым вывести из нее наибольшее количество воздуха (выдыхание). Отпуская после того руки от грудной клетки, достигают расширения грудной клетки и наполнения её полости воздухом (вдыхание). Нажимать и отпускать надо равномерно, однообразно, сильно, не чаще 16 раз в минуту.

При наличии больших ожогов в области груди и живота применяется способ Говарда. Он очень похож на способ Шефера, только производится спереди (рис. 424, Б и 424, Г). Подающий помощь становится на колени верхом над бедрами пострадавшего и производит ритмическое сдавливание грудной клетки, как показано на рисунках. Ритм тот же, как при способе Шефера. При этом способе следует вытянуть язык изо рта, захватить его платком и удерживать до момента оживления потерпевшего.

Ожоги. При неосторожном обращении с паяльником механик может получить ожоги.

Небольшие ожоги хорошо смазать мылом. Покрасневшие и опухшие места покрывают борным вазелином и слоем ваты. При сильных ожогах поврежденные места промывают раствором марганцевокислого калия (3 кристалла на 1 стакан кипяченой воды).

Порезы и поранения. При сильном кровотечении рекомендуется к ране прикладывать вату, смоченную перекисью водорода. В качестве дезинфицирующего средства применяют iodную настойку и перевязывают рану бинтом.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
От автора	3
От автора (к 1-му изданию)	4

ГЛАВА I ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ

Электронные лампы	5
Устройство электронных ламп	5
Катод	6
Конструкция катодов	6
Уровень помех ламп	7
Цоколёвка электронных ламп	7
Ламповые панельки	7
Вакуумные выпрямительные лампы	8
Газовые двухэлектродные лампы (газотроны)	11
Основные свойства многоэлектродных ламп	12
Параметры электронных ламп	15
Параллельное включение ламп	17
Металлические лампы	19
Устройство металлических ламп	21
Типы металлических ламп	22
Фотоэлементы	
Устройство фотоэлементов	34
Схемы включения нормальных фотоэлементов	37
Фотоэлементы со вторично-электронным умножением	38

ГЛАВА II ДЕТАЛИ УСИЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Конденсаторы	41
Электрические свойства	41
Ёмкость конденсатора	41
Сопротивление изоляции	43
Электрическая прочность	43
Конденсаторы в цепях переменного тока	44
Включение конденсаторов	44
Конденсаторы постоянной ёмкости	45
Бумажные конденсаторы	45
Слюдяные конденсаторы	46
Электролитические конденсаторы	47
Конденсаторы полупеременные	50
Специфика применения конденсаторов	50
Аварии аппаратуры из-за конденсаторов	52

Сопротивления	52
Сопротивления с активированным слоем	52
Устройство	52
Электрические свойства	54
Переменные высокоомные сопротивления	55
Сопротивления проволочные	55
Постоянные проволочные сопротивления	55
Эмалированные трубчатые проволочные сопротивления	56
Переменные проволочные сопротивления	57
Моточные детали	58
Сердечник	58
Каркас	60
Обмотки моточных деталей	60
Трансформаторы	61
Основные свойства трансформаторов	61
Конструктивные особенности трансформаторов	65
Дроссели	73
Принцип работы дросселя	71
Автотрансформаторы	77
Комплект автотрансформатора КАТ-5	82
Комплект автотрансформатора КАТ-3	83
Комплект автотрансформатора КАТ-7	84
Комплект автотрансформатора КАТ-7а	87

ГЛАВА III ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Потребители энергии	88
Выпрямители	88
Принцип выпрямления и схемы выпрямителей	88
Кенотронные выпрямители	90
Схемы фильтров	93
Мотор-генераторы	94
Мотор-генератор типа МГ-4	94
Преобразователи	95
Преобразователь типа ПСС-1	95
Преобразователь типа ПСТ-1	95
Преобразователь типа ПДТ-1	97
Генераторы высокой частоты	98
Генератор высокой частоты	99

ГЛАВА IV УСИЛЕНИЕ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Основные определения	101
Усиление усилителя	101
Частотная характеристика	102
Коэффициент нелинейных искажений	103
Амплитудная характеристика	103
Номинальная мощность усилителя	103
Уровень помех	104
Схемы усилителей и их особенности	105
Схемы входа усилительных устройств	107
Выбор величины входного сопротивления усилителя при работе с фотоэле- ментом	108

Смещение и способы его осуществления	108
Развивающие ячейки	111
Коррекция в усилителях	112
Коррекция на высоких частотах	112
Коррекция на низких частотах	113
Обратная связь в усилителях	113
Принцип отрицательной обратной связи	114
Инверсные схемы	115
Данные деталей усилителя	116—117

ГЛАВА V

ФАБРИЧНЫЕ УСИЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Стационарные усилительные устройства	110
Усилительное устройство типа ЗК-1	119
Фотокасида	120
Фотокаскад Ф-1 (ФЗК-1)	120
Микшерское устройство М-1 (МЗК-1)	122
Усилитель У-1 (УЗК-1)	122
Выпрямитель В-2 (ВЗК-2)	125
Щиток ЩЗК	128
Щиток ЩУ	128
Мотор-генератор МГ-1	129
Эксплуатационные особенности усилительного устройства ЗК-1	129
Основные недостатки усилительного устройства ЗК-1	129
Усилительное устройство типа УСУ-9 :	129
Вариант 1. Схема УСУ-9 № 1	130
Фотокаскад ФЗК-9	130
Регулятор громкости РГ-9	130
Усилитель УЗК-9	132
Выпрямитель ВЗК-9	136
Мотор-генератор МГ-4	138
Щиток ЩЗК-9	138
Измерительный прибор ПИП	139
Громкоговорители ГЭДД-3	141
Вариант 2. Схема УСУ-9 № II	142
Фотокаскад	142
Регулятор громкости	142
Усилитель УЗК-9	142
Выпрямитель ВЗК-9	142
Умформер МГ-4 и щиток ЩЗК-9	142
Вариант 3. Схема УСУ-9 № III	142
Фотокаскад ФЗК-9	142
Регулятор громкости РГ-9	142
Усилитель УЗК-9	142
Выпрямитель ВЗК-9	142
Мотор-генератор МГ-4, щиток ЩЗК-9 и измерительный прибор ПИП	142
Вариант 4. Схема УСУ-9 № IV	142
Фотокаскад ФЗК-9	142
Регулятор громкости, усилитель УЗК-9, мотор-генератор МГ-4, щиток ЩЗК-9	142
Выпрямитель ВЗК-9	142
Эксплуатационные особенности усилительного устройства УСУ-9	145
Основные недостатки усилительного устройства УСУ-9	148

Усилительное устройство типа УСУ-3	151
Фотокаскад ФЭК-3	151
Усилитель УЭК-3	152
Регулятор громкости РГ-3	155
Выпрямитель ВЭК-3	155
Щиток ЩЭК-3	158
Измерительный прибор ПИП	162
Громкоговорители ГДД-8	162
Варианты принципиальных схем УСУ-3	163
Вариант 3. Схема УСУ-3 № 3	163
Фотокаскад ФЭК-3	163
Усилитель УЭК-3	168
Регулятор громкости	168
Выпрямитель ВЭК-3	168
Щиток ЩЭК-3	168
Вариант 4. Схема УСУ-3 № 4А	168
Фотокаскад ФЭК-3	168
Усилитель УЭК-3	168
Регулятор громкости РГ-3	170
Выпрямитель ВЭК-3	170
Щиток ЩЭК-3	170
Эксплуатационные особенности усилительного устройства УСУ-3	172
Основные недостатки усилительного устройства УСУ-3	173
Усилительное устройство типа УСУ-5	173
Фотокаскад ФЭК-5	174
Пульт микшера ПЭК-5	175
Шкаф усилителя	176
УЭК-5	
Усилитель $\frac{04-00}{04-00}$	177
УЭК-5	
Выпрямитель $\frac{02-00}{02-00}$	179
УЭК-5	
Панель управления $\frac{03-00}{03-00}$	181
Контрольный громкоговоритель	186
Громкоговорители	186
Малоёмкостный бронированный кабель	186
Эксплуатационные особенности усилительного устройства УСУ-5	186
Основные недостатки усилительного устройства УСУ-5	188
Усилительное устройство типа УОВ-8	191
Усилитель напряжения типа 1У3	192
Шкаф УСУ-8	194
Основной усилитель 1У2	195
Тунгаровый выпрямитель 1В3	200
Регулятор громкости ПЭК-5	204
Громкоговорители типа 2 ГРА-2 м	204
Эксплуатационные особенности усилительного устройства УСУ-8	205
Основные недостатки усилительного устройства УСУ-8	206
Усилительное устройство типа УСУ-11	206
Схема усилительного устройства 1У-10	207
Выпрямительное устройство	210
Генератор высокой частоты	210
Основные недостатки усилительного устройства УСУ-11	210
Сводная таблица по усилительным устройствам стационарного типа звукового кино	211

Передвижные устройства	213
Усилительное устройство ПУ5-3	213
Схемы усилительного устройства ПУ5-3	214
Схема «последнего выпуска»	215
Схема «первого выпуска»	220
Основные недостатки ПУ5-3	220
Усилительное устройство УК-25	221
Чемодан усилительного устройства	222
Чемодан громкоговорителя	223
Бронированный кабель	224
Схема УК-25	224
Детали УК-25	226
Основные недостатки УК-25	231
Усилительное устройство УКМ-25	231
Чемодан усилительного устройства	231
Чемодан громкоговорителя	232
Схема УКМ-25	232
Данные деталей	233
Громкоговоритель ДКМ-25	238
Основные недостатки УКМ-25	239
Усилительное устройство типа ПУ-12	239
Схемы усилительного устройства ПУ-12	240
Схема № 1	240
Схема № 2	244
Схема № 3	244
Схема № 4	244
Схема № 5	244
Схема № 6	244
Схема № 7	244
Эксплуатационные особенности усилительного устройства ПУ-12	256
Основные недостатки усилительного устройства ПУ-12	258
Усилительное устройство типа ПУ-13	259
Схемы усилительного устройства ПУ-13	259
Схема № 1	259
Схема № 2	265
Сводная таблица по усилительным устройствам, применяемым для передвижек звукового кино	268—269
Эксплуатационные особенности усилительного устройства ПУ-13	271
Основные недостатки усилительного устройства ПУ-13	271

ГЛАВА VI ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА

Громкоговорители	272
Диффузорные громкоговорители	273
Громкоговоритель типа ГДД-8	273
Громкоговоритель типа ГЭДД-3	276
Громкоговоритель типа РДБ	277
Громкоговоритель типа ДАТ-4	278
Громкоговоритель типа ГДД-12	281
Громкоговоритель типа ГЭДД-2,5	282
Громкоговоритель типа ДК-25	283
Громкоговоритель типа ДКМ-25	283
Контрольный громкоговоритель	284

Головки рупорных громкоговорителей	285
Головка громкоговорителя типа ГДВ-2	285
Рупоры	286
Рупор типа РНД-2	286
Компаунд-рупор типа РСД-2	287
Рупор типа РШД-1	288
Рупор типа РШД-2	288
Высокочастотные секционированные рупоры	288
Рупор типа РВД-3	288
Аварии громкоговорителей	289
Ремонт громкоговорителей	290
Фазирование громкоговорителей	291
Установка громкоговорителей:	292
Диффузорный тип	292
Рупорный тип	294
Сводная таблица по головкам громкоговорителей стационарного типа, применяемым в звуковом кино СССР	294—295
Сводная таблица по головкам громкоговорителей передвижек, применяемых в звуковом кино СССР	296—297
Микрофоны	299
Микрофон типа ММ-2	299
Установка микрофонов	303
Адаптеры	304
Адаптер типа ЭЛА-5	305
Адаптер завода «Радиот»	306
Адаптер завода «Москоокульт»	306

ГЛАВА VII

ВЫБОР, УСТАНОВКА И РЕГУЛИРОВКА УСИЛИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

Стационарные устройства	307
Определение потребной мощности усилителя и выбор типа	307
Аварийный комплект	308
Размещение усилительной аппаратуры в киноаппаратной	310
Принципиальная и монтажная схема установки	311
Способы установки усилительной аппаратуры	311
Монтаж линий	317
Провода	317
Способы прокладки линий	324
Помехи	325
Экранировка	330
Устройство линий от фотоэлемента к фотокаскаду	333
Заземление	335
Какие провода каких линий можно вести в общей железной трубе	339
Испытание и регулировка аппаратуры	339
Стационарные устройства	339
Передвижные устройства	340

ГЛАВА VIII

АВАРИИ УСИЛИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ, ИХ НАХОЖДЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ

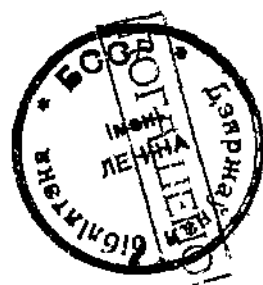
Испытатели	344
Примеры аварий и способы их нахождения	348
Неисправности аппаратуры из-за монтажа и контактов	351

Ниссправности аппаратуры из-за электронных ламп	351
Аварии МГ	352
Аварии фотокасиада ФЗК-1 и ФЗК-9	352
Таблицы аварий усилительной аппаратуры	353
Таблицы аварий УСУ-3	357
Таблицы аварий УСУ-9	360
Таблицы аварий ПУ5-3	363
Таблицы аварий УК-25 и УКМ-25	366
Инструменты	369
Пайка	369
Условные обозначения единиц, применяемые в книге	372
Условные обозначения величин, принятые в книге	372
Использованная литература (русская)	372
Иностранная литература	373

ПРИЛОЖЕНИЕ

Техника безопасности	374
Первая помощь пострадавшим от электрического тока	374

15-69-92



Редактор Н. Флакс

Подписано к печати 22/XII 1943 г.

Л 96656. Печатных листов 24.

Учётно-издательских листов 35.

Знаков в 1 печ. листе 59 000.

Тираж 6000 экз. Зак. 4736

1-я тип. Трансжелдориздата НКПС