

НОВАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ АППАРАТУРА

Ф. Тормазов

РАДИОЛА «ЭСТОНИЯ-55» состоит из двенадцатилампового пятидиапазонного супергетеродина и установки для проигрывания обычных и долгоиграющих пластинок (рис. 1). Габариты радиолы $600 \times 425 \times 360$ мм. Приемник радиолы рассчитан для работы в следующих диапазонах: длинноволновом (150—415 кГц), средневолновом (520—1600 кГц), двух полурастянутых коротковолновых (3,95—8,2 и 7,8—12,1 мГц) и ультракоротковолновом (66—73 мГц), рассчитанном для приема радиостанций с частотной модуляцией. Переключатель диапазона — клавишный.

При работе на ДВ, СВ и КВ диапазонах приемник имеет каскад усиления высокой частоты, преобразователь, два каскада усиления промежуточной частоты, детектор и АРУ, два каскада предварительного усиления низкой частоты и конечный двухтактный усилитель. В каскадах низкой частоты приемника применена раздельная регулировка тембра в области низких и высоких звуковых частот, объединенная с регулировкой полосы пропускания по промежуточной частоте.

При приеме на УКВ работают каскады усиления промежуточной и низкой частоты и добавляются отдельный усилитель высокой частоты и преобразователь, собранные на лампе 6НЗП, и УКВ ЧМ детектор отношений. Промежуточная частота при работе на УКВ диапазоне 8,4 мГц, а при работе на остальных диапазонах 465 кГц.

Номинальная выходная мощность радиолы 4 Вт. Реальная чувствительность при 0,1 номинальной мощности и отношении напряжения полезного сигнала к напряжению шума не менее 20 дБ во всех диапазонах не хуже 50 мкВ. От питающей сети радиола потребляет 140 Вт, при работе без проигрывателя мощность уменьшается до 120 Вт. Колебания напряжения сети не должны выходить за пределы $\pm 10-15\%$.

От других радиол первого класса, выпускаемых нашей промышленностью, радиола «Эстония-55» отличается следующими особенностями. В ней применен клавишный переключатель, в тракте усиления промежуточной частоты используются два каскада усиления, фильтры каждого каскада имеют регулируемую полосу пропускания, в выпрямителе радиолы используются селеновые столбики ВС-25,6.

Испытания опытных образцов радиолы показали, что качество звучания при приеме радиостанций, работающих на всех диапазонах, а также при воспроизведении записи хорошее. Качество звучания по тракту низкой

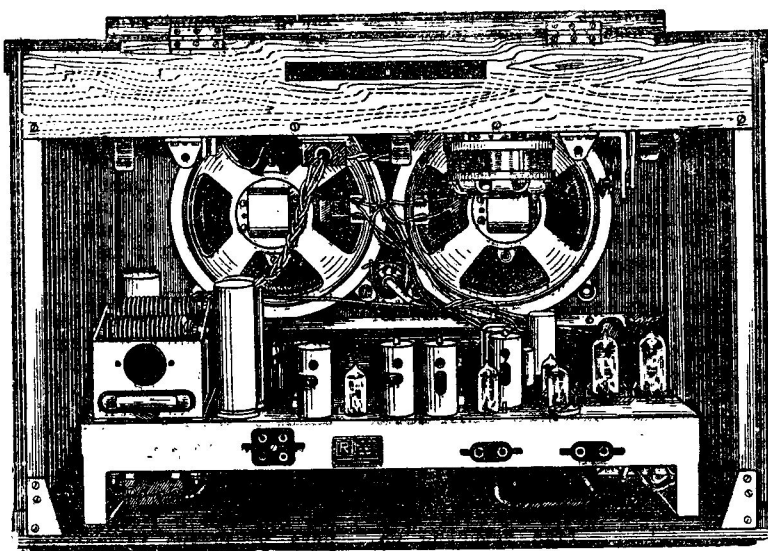
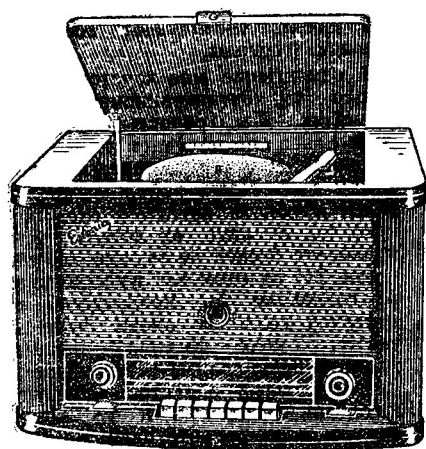
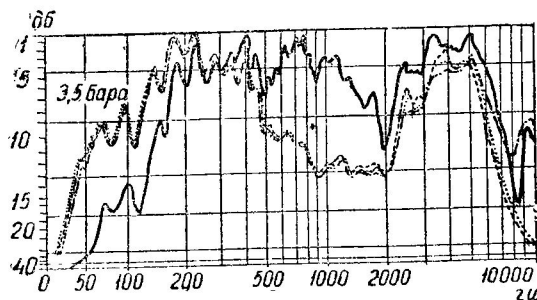


Рис. 1. Общий вид, вид сзади и частотная характеристика по звуковому давлению радиолы «Эстония-55»

частоты выше, чем у приемников «Мир», «Октябрь» и «Минск».

В конструкции радиолы имеются мелкие недостатки. Так, в радиоле установлен электропроигрыватель завода «ВЭФ», при замене его унифицированным электродвигателем размеры ящика радиолы необходимо будет изменить.

Шкала приемника выполнена неудачно; когда подсветка выключена, надписей и делений не видно. Шка-

ла отградуирована только по частоте. Для приема УКВ радиостанций нет УКВ диполя, встроенного в ящик радиолы. В дальнейшем желательно ввести в радиолу ферритовую антенну и использовать систему «объемного» звучания.

ТЕЛЕВИЗОР «БЕЛАРУСЬ-2» рассчитан на работу в любом из пяти телевизионных каналов. Размер экрана кинескопа 180×240 мм; на телевизоре «Беларусь-2» можно также принимать УКВ ЧМ станции, работающие в диапазоне 64,5—73 мГц.

В телевизоре установлен всеволновый радиоприемник, работающий на следующих диапазонах: 150—415 кГц (длинные волны), 520—1600 кГц (средние волны), 6—12,1 мГц (короткие волны), и универсальный проигрыватель, рассчитанный на воспроизведение грамзаписи с обычных и долгоиграющих пластинок (рис. 2). Блок-схема телевизора приведена на рис. 3.

Приемники собственно телевизора собраны по супергетеродинной схеме; усилитель высокой частоты, смеситель и гетеродин являются общими для приемников сигналов изображения и звукового сопровождения.

Для приема радиовещательных станций используется двухламповый супергетеродин с АРУ.

Усилитель низкой частоты, общий для всех приемников, тоже используется при воспроизведении грамзаписи. Усилитель нагружен на один громкоговоритель «2ГД-МЗ» с постоянным магнитом и диаметром диффузора 320 мм.

Переключение приемников осуществляется при помощи переключателя программ, расположенного на правой боковой стенке ящика.

Чувствительность приемников сигналов изображения и звукового сопровождения при относительном уровне собственных шумов не менее 20 дБ и входном сопротивлении 300 Ом — не хуже 400 мкВ. Разрешающая спо-

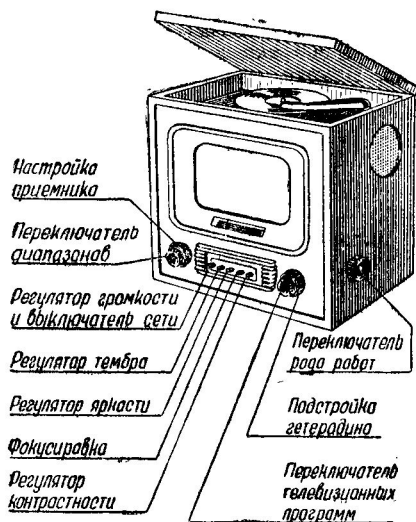


Рис. 2. Общий вид телевизора «Беларусь-2»

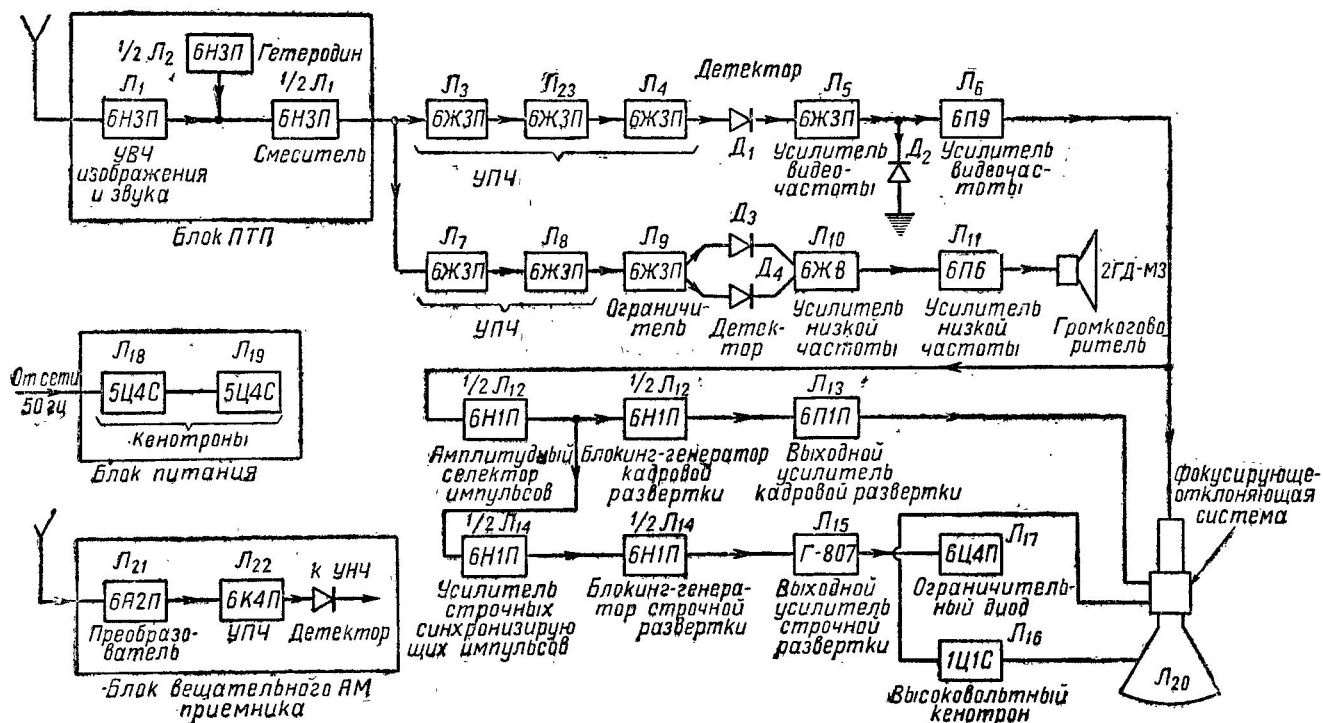


Рис. 3. Блок-схема телевизора «Беларусь-2»

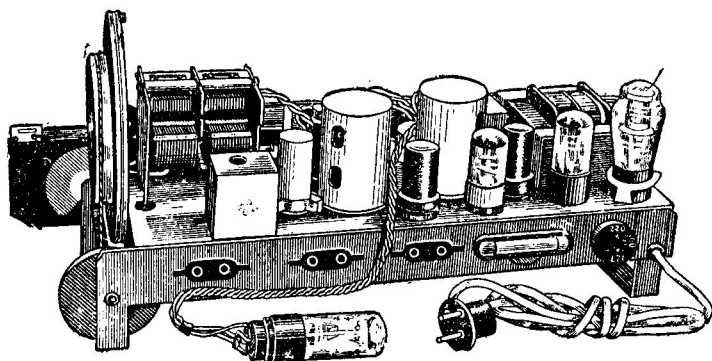
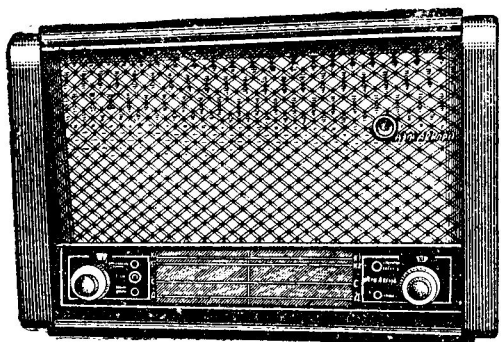
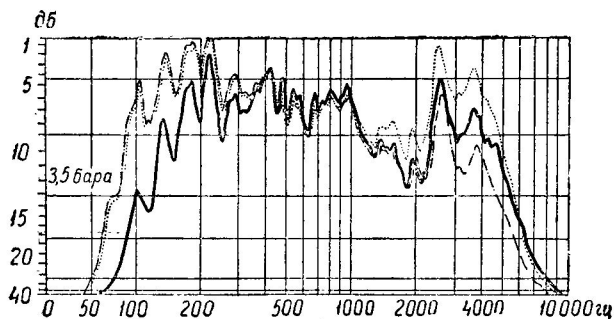
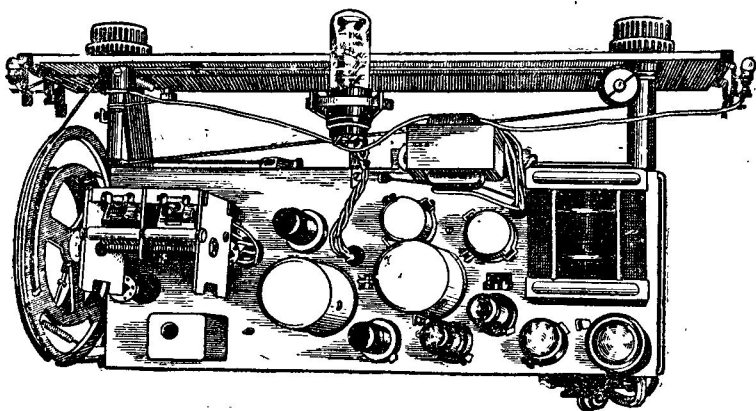
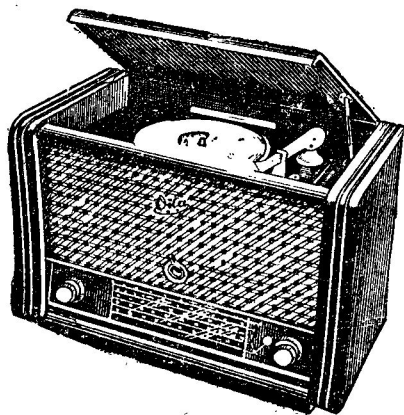
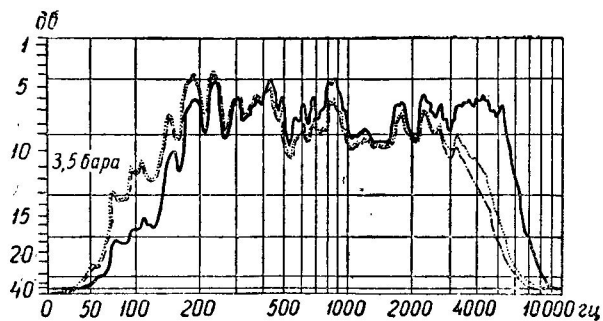


Рис. 4. Общий вид, вид на шасси и частотные характеристики по звуковому давлению приемника «ВЭФ-Аккорд»



вещательному приему: по полю — не более 100 мкв, по сети питания — не более 200 мкв.

Мощность, потребляемая при номинальном напряжении сети при работе телевизора, 190 вт, радиовещательного приемника — 60 вт и проигрывателя — 65 вт.

Рис. 5. Общий вид, вид на шасси и частотные характеристики по звуковому давлению приемника радиолы «Ока». На частотных характеристиках (рис. 1,4 и 5) сплошной линией нанесена частотная характеристика громкоговорителей, точечным пунктиром — частотная характеристика всего тракта при несущей частоте 1000 кГц, то же пунктиром при несущей частоте 220 кГц.

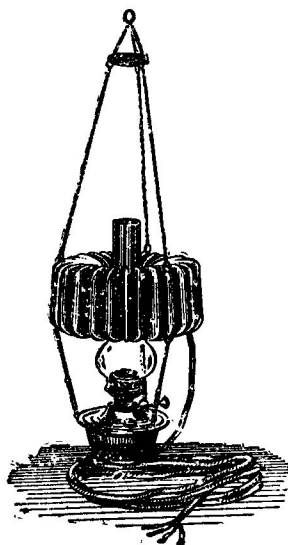


Рис. 6. Общий вид термоэлектрогенератора «ТЭГК-2-2»

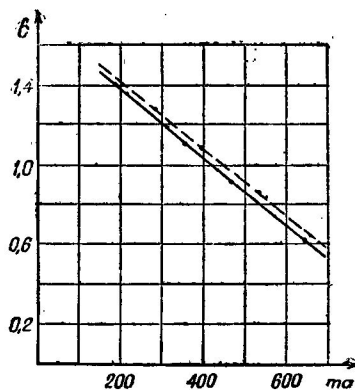


Рис. 7. Нагрузочные характеристики двух термоэлектрогенераторов «ТЭГК-2-2» по номинальному напряжению

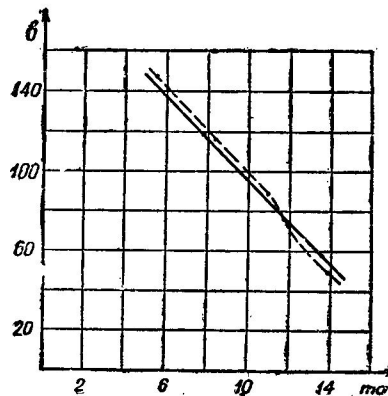


Рис. 8. Нагрузочные характеристики двух термоэлектрогенераторов «ТЭГК-2-2» по анодному напряжению

РАДИОПРИЕМНИК «ВЭФ-АККОРД». Этот радиоприемник отличается от радиоприемника «Балтика» внешним оформлением, применением двух громкоговорителей («ЗГД-5 ВЭФ» и «ЗГД-6 ВЭФ»). В нем несколько изменены размещение деталей и монтаж. По схеме и деталям приемник «ВЭФ-Аккорд» аналогичен «Балтике» (рис. 4). На базе приемника «ВЭФ-Аккорд» будут выпускаться радиолы второго класса. По внешнему оформлению они не будут отличаться от приемников «ВЭФ-Аккорд».

Испытание опытных образцов приемников «ВЭФ-Аккорд» показало, что качество звучания при приеме радиостанций и при воспроизведении граммофонных пластинок удовлетворительное. Качество звучания у этого приемника оказалось лучше, чем у приемников второго класса «Даугава», «Звезда» и «Балтика».

Диапазон принимаемых частот: на длинных волнах 150—415 кГц, на средних волнах 520—1600 кГц; коротковолновый диапазон разбит на два поддиапазона: 3,95—9,2 мГц, 9,0—12,1 мГц. Промежуточная частота 465 кГц. В приемнике используются семь ламп металлической серии, в том числе оптический индикатор настройки. В нем имеется АРУ, предусмотрены регулировка полосы пропускания по промежуточной частоте и регулятор тембра.

Чувствительность при 0,1 номинальной мощности и при отношении полезной сигнал/шум не менее 20 дБ, на длинноволновом и средневолновом диапазонах не хуже 200 мкВ, а на коротких волнах — не хуже 300 мкВ. Чувствительность с гнезд звукоснимателя (при номинальной мощности) 0,25 В.

Размеры ящика приемника 530×340×410 мм. Мощность, потребляемая от сети, не превышает 65 Вт.

РАДИОПРИЕМНИК И РАДИОЛА «ОКА». На базе приемника «Балтика» разработаны и выпускаются радиолы и радиоприемник «Ока» (рис. 5). Радиолы предназначены для воспроизведения обычных и долгоиграющих пластинок. В «Оке» устранены все недостатки приемника «Балтика» (при работе с звукоснимателя предусматривается отключение детектора, в антенную

цепь включен конденсатор, в качестве внешнего громкоговорителя предусматривается использование абонентского громкоговорителя с рабочим напряжением 30 В).

Для улучшения качества звучания в радиолы и приемники предусматривается применение двух громкоговорителей «ЗГД-2». Испытания опытных образцов радиолы и приемника «Ока» показали, что качество звучания при приеме радиостанций и воспроизведении граммпластинок получается вполне удовлетворительное.

По схеме и качественным показателям приемник «Ока» мало отличается от приемника «ВЭФ-Аккорд».

ТЕРМОЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОР «ТЭГК-2-2» (высоковольтный). Термоэлектрогенератор предназначен для питания батарейных радиоприемников типа «Родина-47», «Родина-52», «Искра», где он применяется вместо сухих батарей (рис. 6). В термоэлектрогенераторе тепловая энергия от керосиновой лампы преобразуется в электрическую. Во время работы термоэлектрогенератора керосиновая лампа одновременно может служить для освещения помещения.

Термоголовка, которая надевается на 20-линейную керосиновую лампу «Молния», состоит из двух термобатарей, одна из которых предназначена для питания цепей накала, а другая — для питания анодных и сеточных цепей. Для улучшения работы термоголовки на стекло лампы надевается металлическая труба. Выводы от термобатарей подведены к зажимам, укрепленным на ребрах крыльев охлаждения термоголовки. При помощи соединительного шланга эти зажимы соединяются с колодкой питания приемника.

Испытания опытных образцов термоэлектрогенератора «ТЭГК-2-2» показали, что при приеме радиопередач уровень шумов приемника, питающегося от термоэлектрогенератора, значительно меньше, чем при питании этого же приемника от термогенератора «ТГК-3», где напряжение в анодные цепи подается от вибропреобразователя.

Нагрузочные характеристики термоэлектрогенератора «ТЭГК-2-2» по номинальному напряжению при питании приемника «Искра» приведены на рис. 7, а такие же характеристики по анодному напряжению — на рис. 8. Термоэлектрогенератор подвешивается на потолок не ближе 1,5 м от стен и не ближе 10 см от потолка. Расстояние от потолка до устья трубы должно быть не менее 700 мм.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

Для повышения качества звучания электродинамические громкоговорители помещают в специально сконструированные ящики настольного или консольного типа. Приведенные ниже конструкции подобных ящиков-футляров позволяют использовать как высококачественные громкоговорители от приемников «Мир», «Беларусь», так и любые другие. При установке нескольких громкоговорителей, имеющих больший диаметр диффузора, их помещают ниже громкоговорителей меньших размеров. В некоторых конструкциях ящиков внутренние стенки обивают каким-либо звукопоглощающим материалом (резиновые губки, войлок и др.). Сам ящик изготавливается из фанеры или сухих досок толщиной 10 и более миллиметров. Верхние крышки и дно можно изготовить из досок толщиной 2—3 см. Особое внимание следует обратить на скрепление деревянных деталей ящика. Наличие щелей и плохих соединений деталей ящика ухудшает качество звучания и служит источником искажений. Все детали ящика плотно скрепляются болтами или шурупами и проклеиваются столярным клеем. Переднюю стенку обтягивают декоративной тканью, а верхнюю и боковые стенки полируют или оклеивают фанерой из дерева ценных пород. Для изоляции всей акустической системы от пола снизу к дну в некоторых конструкциях укрепляют мягкую прокладку из пористой резины или войлока толщиной 2—4 см.

Между стенкой ящика и громкоговорителем также необходимо поставить мягкую прокладку. Готовую консоль можно установить в углу комнаты, это повышает эффективность ее действия. При изготовлении ящиков возможны отступления от указанных на чертежах размеров применительно к имеющимся громкоговорителям. Форма экспоненциального отверстия в ящиках, изображенных на рис. 2 и 5, рассчитывается по табл. 1. Г (А расстояние от вершины конуса до сечения по горизонтали. Б размер горизонтального сечения). Отверстия диаметром 10—12 мм для выводов проводов от громкоговорителей располагаются на задних или нижних стенках ящиков. Необходимо предусмотреть возможность доступа к

громкоговорителям, для чего верхнюю крышку можно укреплять не на клею, а на шарнирных петлях или на болтах. Громкоговорители, расположенные внутри ящиков, обвертывают материей для предохранения от попадания пыли в их подвижную систему.

Изготовление описанных ниже ящиков для установки громкоговорителей доступно в домашних условиях с использованием подручных материалов. Поскольку громкоговорители отличаются по весу, то мягкая прокладка между стенкой ящика и громкоговорителем может оказать влияние на качество воспроизведения. Толщину прокладки определяют экспериментально, прослушивая работу громкоговорителя с различными прокладками. Более толстая прокладка ставится под громкоговорители с меньшим весом.

Используя такие ящики — футляры для громкоговорителя можно добиться значительного повышения качества воспроизведения особенно симфонической музыки. Красиво и тщательно выполненный ящик консольного типа, установленный в углу комнаты, может служить тумбочкой или небольшим туалетным столиком. Приводимые конструкции не являются окончательными, и радиолюбитель-конструктор, внося изменения в форму ящиков, устанавливая дополнительные отражающие поверхности, может добиться еще более высокого качества звучания, чем с предлагаемыми вариантами конструкций ящиков-футляров для громкоговорителей.

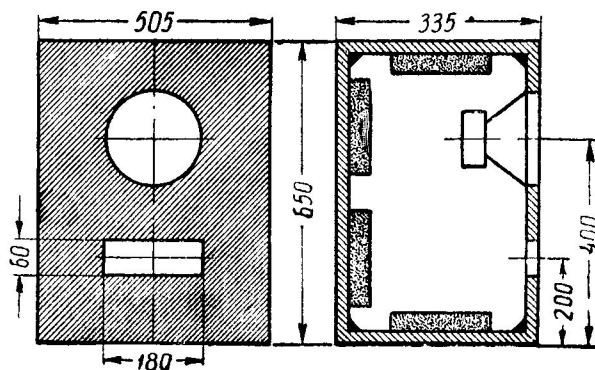


Рис. 1. Наиболее простая консоль-фазоинвертор для одного громкоговорителя. Внутренние стенки частично покрывают звукопоглощающим материалом

Таблица 1

А	25	51	76	101	127	152	178	203	228	251	279	304	330	355	381	405	431	457	482	508	533
Б	11	13	16	20	25	31	39	47	56	67	79	92	105	121	139	155	173	191	215	235	261

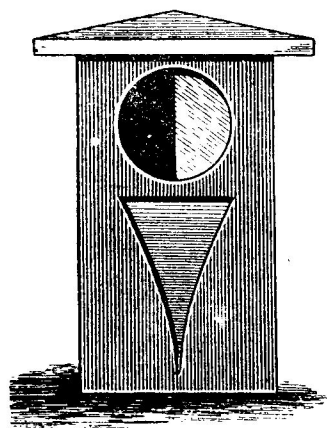


Рис. 2. Трехгранная консоль-фазоинвертор для одного громкоговорителя. Устанавливается в углу комнаты. Внутренние стенки покрываются до горизонтальной части экспоненциального выреза звукопоглощающим материалом. В этой конструкции особенно важно предусмотреть акустическую изоляцию от пола. Боковые стенки консоли прилегают к стенам комнаты. Верхняя крышка несколько выступает вперед.

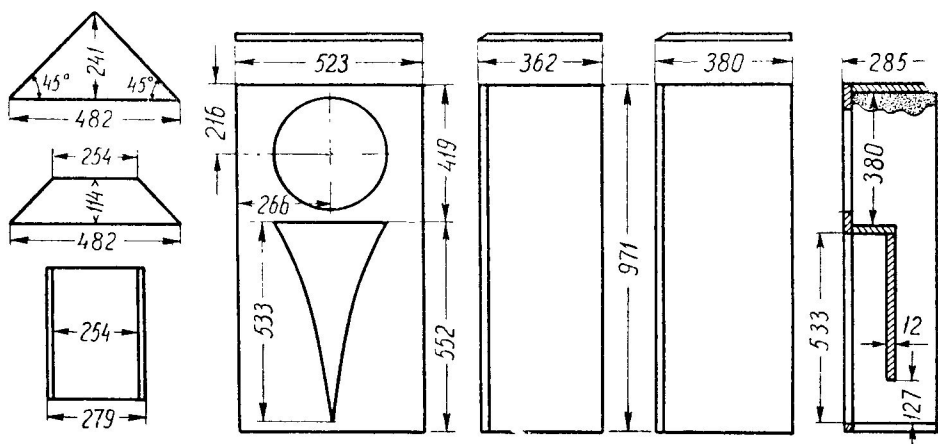
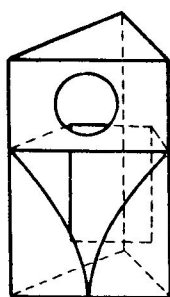
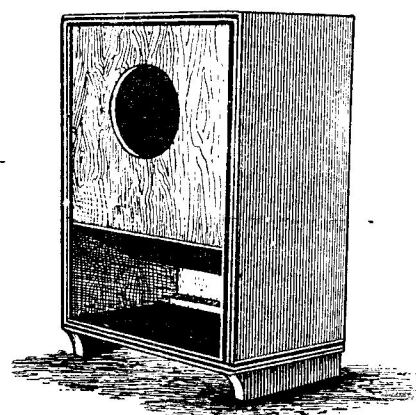
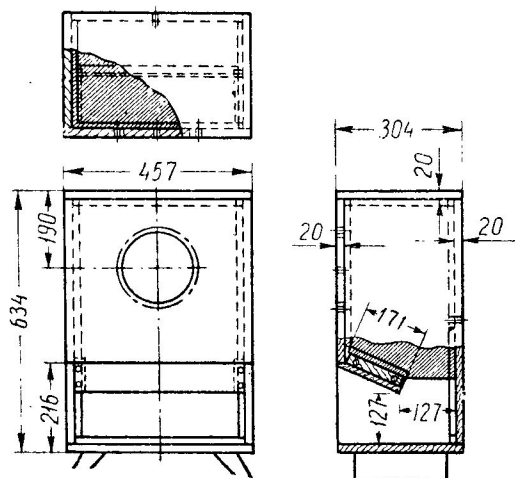


Рис. 3. Консоль-фазоинвертор для одного громкоговорителя. Внутренние стенки до прямоугольного выреза покрывают звукопоглощающим материалом.



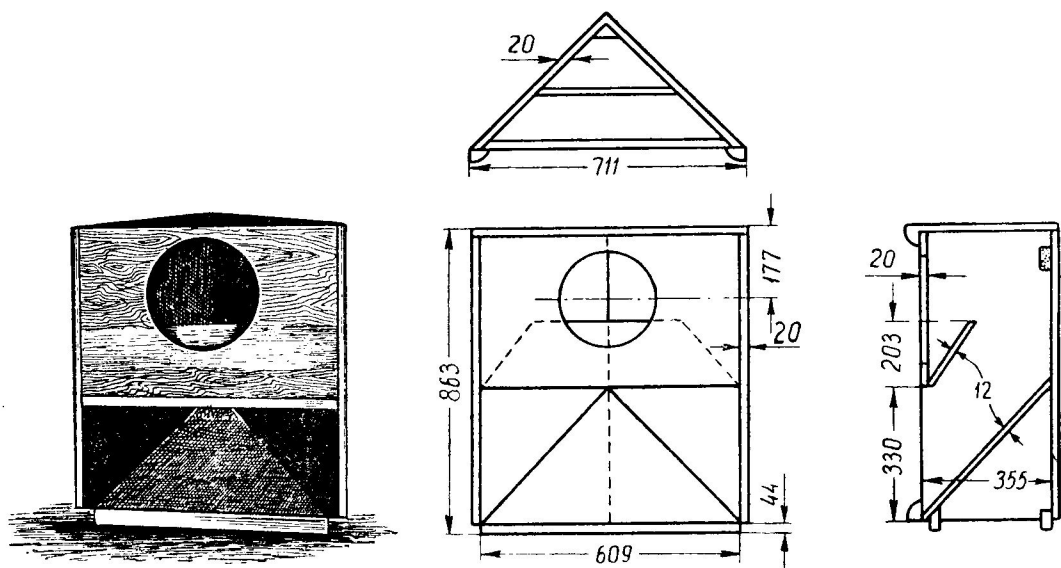


Рис. 4. Треугольная консоль для одного громкоговорителя, предназначена для установки в угол комнаты. Верхнюю и боковые стенки полируют, переднюю обтягивают декоративной тканью. Дно консоли изолируют от пола звукопоглощающим материалом.

Рис. 5. Консоль-фазоинвертор для одного громкоговорителя с экспоненциальным вырезом. Громкоговоритель устанавливается на внутренней наклонной перегородке. Задняя, боковые и частично верхняя и нижняя стенки покрываются звукопоглощающим материалом. С внешней стороны экспоненциальный вырез закрывается декоративной тканью. Внешние деревянные детали полируют и лакируют или отделывают под ценные породы дерева.

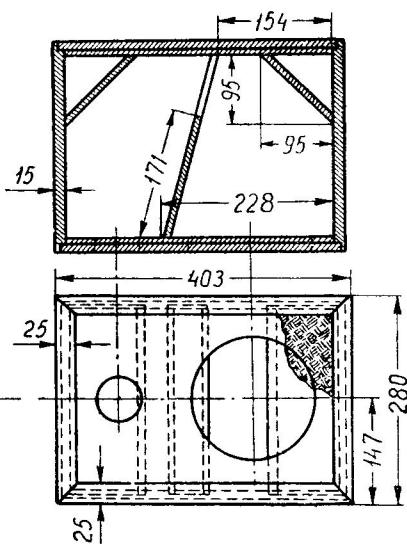
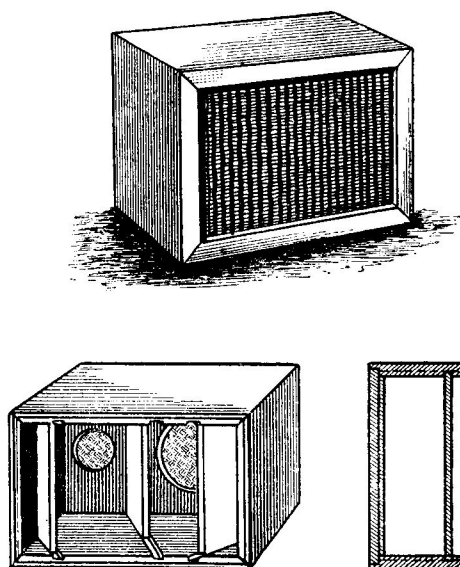
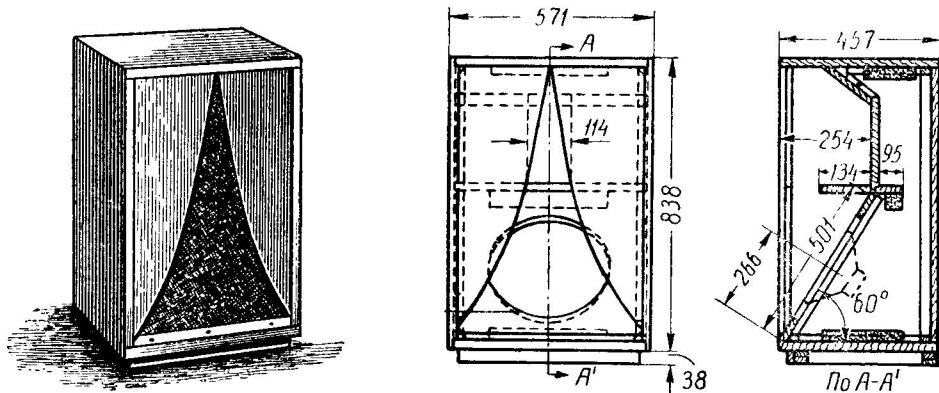


Рис. 6. Настольная конструкция ящика для двух громкоговорителей. Средняя перегородка подвижная, ее положение определяется по качеству звучания. Боковые и передняя стенки покрываются звукопоглощающим материалом.

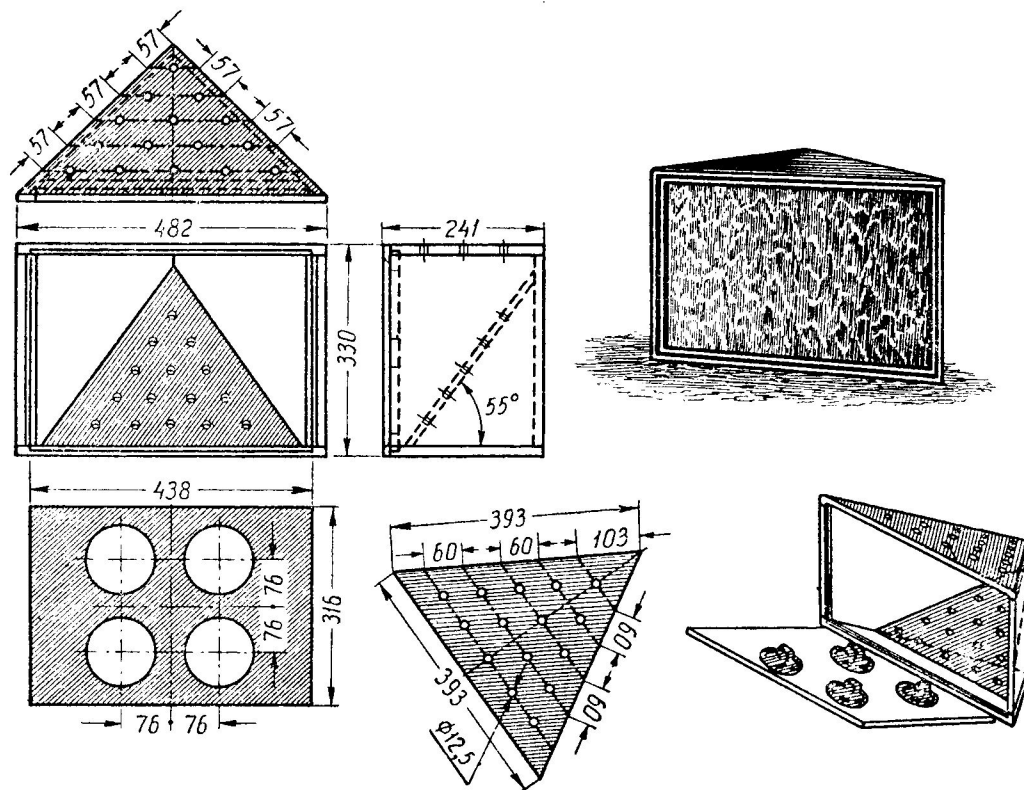


Рис. 7. Настольная конструкция трехгранного ящика для четырех небольших громкоговорителей. Передняя стенка драпировается декоративной тканью, верхнюю и боковые полируют или оклеивают фанерой ценных пород дерева

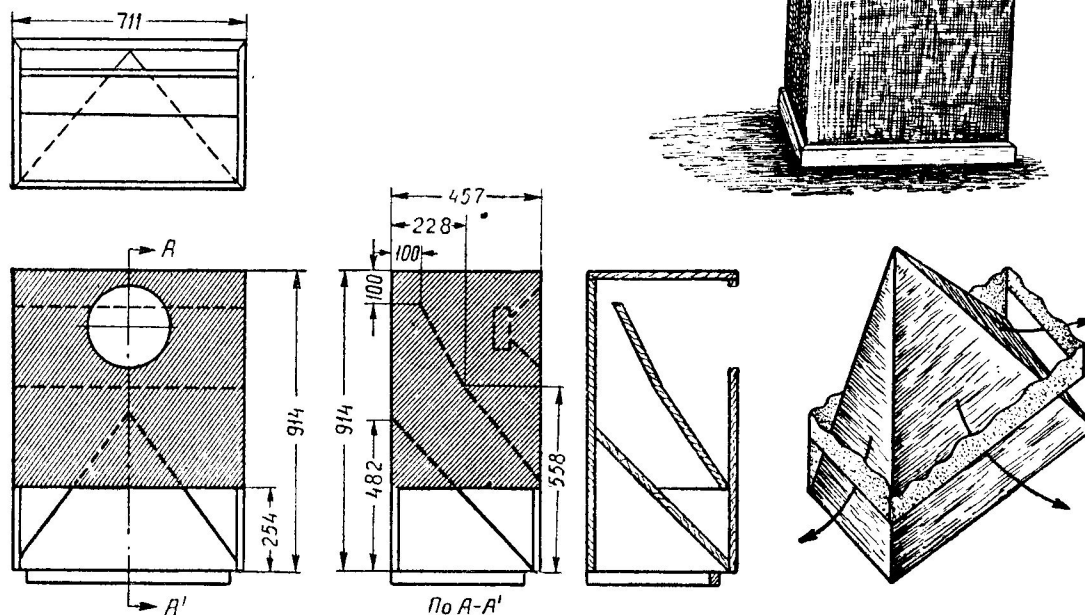


Рис. 8. Консоль-фазоинвертор с пирамидальным отражателем в нижней части ящика. Верхняя крышка полируется, боковые обтягивают декоративной тканью. Звук, кроме прямого излучения, проходит в специальные прорези внизу ящика (указано стрелками)

тивной тканью. Звук, кроме прямого излучения, проходит в специальные прорези внизу ящика (указано стрелками)

МАГНИТОФОН С УСИЛИТЕЛЕМ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТРИОДАХ

А. Козырев, М. Фабрик

С помощью магнитофона с батарейным питанием можно вести запись во время похода, в автомобиле, на пароходе; записывать «говорящие письма». Такой магнитофон должен быть экономичным, удобным для транспортировки, т. е. обладать небольшим весом и габаритами.

Для удовлетворения этих требований в таком магнитофоне целесообразно в усилителе вместо электронных ламп использовать плоскостные полупроводниковые триоды, а в качестве двигателя лентопротяжного механизма — пружинный привод. Применение полупроводниковых триодов позволяет наряду с уменьшением веса и размеров значительно сократить мощность, потребляемую от источников питания, и намного повысить эксплуатационную надежность аппарата.

Ниже приводится описание переносного магнитофона, предназначенного для записи речи, усилитель которого собран на плоскостных триодах (рис. 1).

Низкая скорость движения ферромагнитной ленты (95,25 мм/сек) наряду с применением двухдорожечной записи позволяет значительно сокра-

тить расход ленты и упрощает конструкцию лентопротяжного механизма, так как отсутствует обратная перемотка ленты.

Кассеты магнитофона вмещают до 100 м. ферромагнитной ленты. Этого хватает на непрерывную запись или воспроизведение в течение 35 минут. Завод пружинного привода рассчитан на четыре минуты работы, поэтому при более продолжительной записи его необходимо подзаводить.

Магнитофон имеет универсальный усилитель, используемый как при записи, так и при воспроизведении. На выходе усилителя получается мощность порядка 0,25 Вт, при этом коэффициент нелинейных искажений не превышает 12%. Полоса пропускания сквозного канала 200—2500 Гц. Применение полированной ферромагнитной ленты позволит воспроизвести и более широкую полосу частот. В магнитофоне отсутствует генератор стирания, поэтому запись производится на предварительно размагниченной ленте. Однако можно производить стирание записи непосредственно на магнитофоне с помощью постоянного магнита специальной конструкции.

УСИЛИТЕЛЬ МАГНИТОФОНА

Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 2.

Переход с записи на воспроизведение осуществляется с помощью переключателя P_1 — P_7 .

Первый каскад усилителя выполнен на полупроводниковом триоде типа П1В (П1Д) с заземленным эмиттером. Чтобы увеличить входное сопротивление каскада, применяется отрицательная обратная связь по току. Для этого в цепь эмиттера включено сопротивление R_2 . Такой каскад имеет входное сопротивление 5 ком.

Последующие каскады также выполнены по схеме с заземленным эмиттером. При таком включении триодов получается наименьшая разница между величиной входного и выходного сопротивления каскада, а следовательно, можно обойтись без сравнительно дорогих и громоздких согласующих трансформаторов. Однако следует заметить, что параметры каскада, собранного по схеме с заземленным эмиттером, сильно зависят от температуры. Поэтому для стабилизации, а также для увеличения линейности амплитудной характеристики в цепь эмиттера включаются сопротивления отрицательной обратной связи (R_2 , R_7 , R_{12} , R_{15} , R_{13} и R_{19}).

Для уменьшения расхода энергии батареи начальный ток эмиттера и коллектора выбирается в пределах 0,5 ÷ 1,2 мА. При меньших токах рабочая точка окажется на нижнем спаде эмиттерной характеристики, что приведет к уменьшению крутизны триода, т. е. снизится коэффициент усиления каскада и увеличатся нелинейные искажения. Необходимая величина начального тока эмиттера обеспечивается подбором сопротивлений R_3 , R_8 , R_{13} и R_{16} .

Выходной каскад выполнен по двухтактной схеме на плоскостных триодах типа П-2. Использование в выходном каскаде режима работы класса В позволяет значительно сократить расход энергии от батареи и увеличить отдаваемую мощность по сравнению с режимом класса А. При этом во избежание появления значительных нелинейных искажений выходное сопротивление предоконечного каскада уменьшается с по-

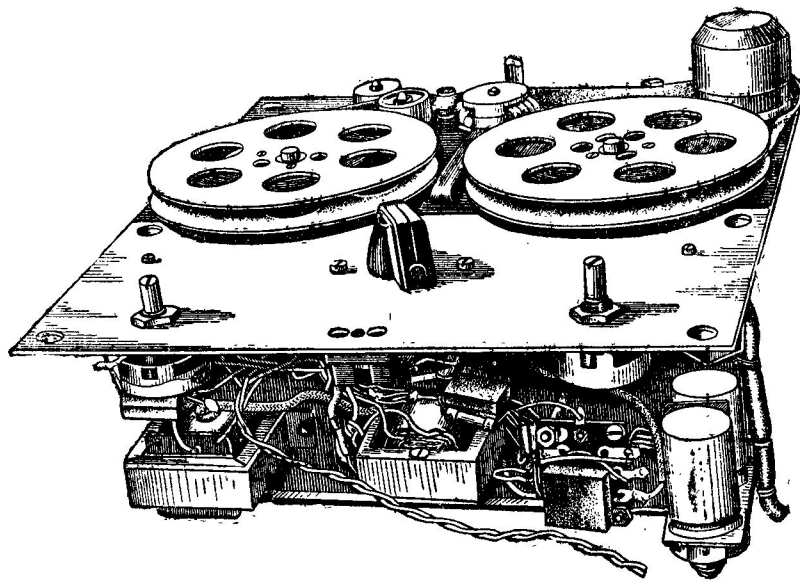


Рис. 1

мощью переходного, трансформатора Tr_1 .

В режиме записи к вторичной обмотке выходного трансформатора Tr_2 подсоединяется универсальная головка (ГУ) головные телефоны для контроля уровня записываемого сигнала. В режиме воспроизведения на выход включается динамический громкоговоритель ($Гр$).

Для уменьшения нелинейных искажений два последних каскада охвачены глубокой отрицательной обратной связью. Напряжение обратной связи с вторичной обмотки выходного трансформатора через сопротивление R_{20} подается на основание триода предконечного каскада КП₄. Для устранения самовозбуждения напряжение на коллекторы триодов первых двух каскадов подается через развязывающий фильтр R_9, C_3 .

Регулировка усиления производится с помощью потенциометра R_5 , включенного в цепь основания триода второго каскада КП₂. Регулировка тембра производится сопротивлением R_{17} , которое через конденсатор C_9 подсоединяется параллельно первичной обмотке трансформатора Tr_1 .

В режиме записи включается генератор для получения высокочастотно-

го тока подмагничивания. Генератор собран по двухтактной схеме из плоскостных триодах типа П-2 с трансформаторной обратной связью. Колебательный контур образован катушкой L_1 и конденсатором C_{13} . Катушка обратной связи L_2 включена в цепь эмиттеров. Сопротивление R_{21} служит для подачи отрицательного смещения на основания обоих триодов.

Генератор вырабатывает синусоидальные колебания с частотой около 30 кГц. Ток подмагничивания подается в записывающую головку последовательно с напряжением звуковой частоты. Для получения достаточной величины тока подмагничивания катушка связи генератора L_3 настраивается в резонанс с помощью конденсатора C_{11} . Корректирующая цепочка R_{22}, C_{12} служит для подъема усиления на высоких частотах.

КОНСТРУКЦИЯ И ДЕТАЛИ

Усилитель вместе с генератором монтируется на угольнике, изготовленном из листового дюралюминия толщиной 1,5 мм.

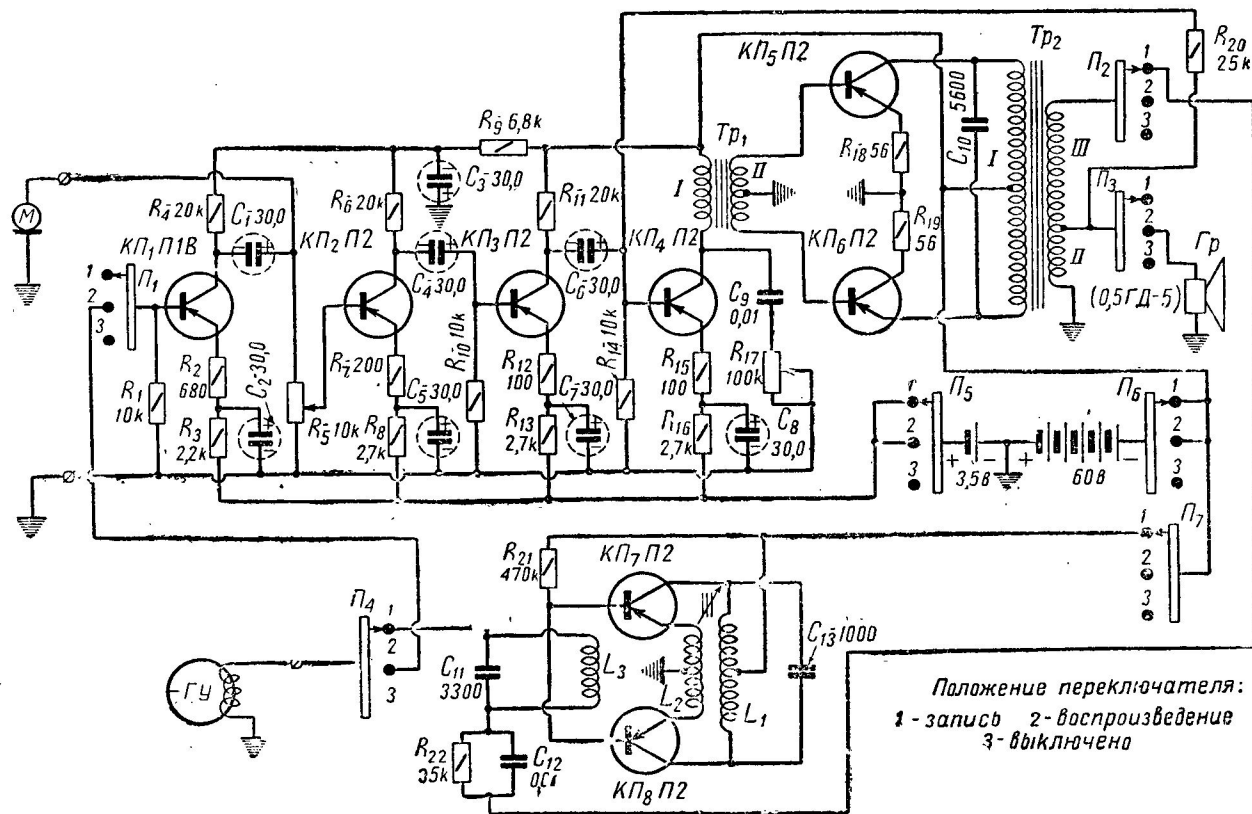
На передней панели размещаются ручки регулятора громкости и регу-

лятора тембра, переключателя рода работ и две пары телефонных гнезд для включения микрофона и громкоговорителя. Монтаж сопротивлений и конденсаторов (за исключением электролитических конденсаторов), а также полупроводниковых триодов производится на гетинаксовой или текстолитовой планке с металлическими лепестками.

Корпуса электролитических конденсаторов, стоящих в коллекторных цепях, изолируются от шасси прессшпанными прокладками. Снизу под шасси устанавливаются все остальные детали. Переключатель рода работ состоит из трех плат с тремя секциями на три положения каждая.

Сердечники трансформаторов изготавливаются из трансформаторной стали ХВП толщиной 0,35 мм. Переходной трансформатор Tr_1 выполнен на сердечнике Ш-9 (зазор 0,1 мм), толщина пакета 12 мм. Обмотка I имеет 4600 витков провода ПЭЛ-1 0,06, обмотка II — 500 + 500 витков провод ПЭЛ-1 0,12.

Выходной трансформатор Tr_2 собирается на сердечнике из пластин Ш-9, собранном вперекрестку, толщина пакета 16 мм. Обмотка I содержит 1300 + 1300 витков провода



Положение переключателя:
1 - запись 2 - воспроизведение
3 - выключено

Рис. 2

ПЭЛ-1 0,12, обмотка II содержит 80 витков провода ПЭЛ-1 0,51. Обмотка III состоит из 600 витков провода ПЭЛ-1 0,29.

Катушки генератора L_1 , L_2 и L_3 наматываются на каркасе диаметром 15 мм, высотой 20 мм и заключаются в горшкообразный сердечник из карбонильного железа типа СБ-4а, на который сверху надевается латунный или алюминиевый экран. Катушка L_1 содержит 600 витков с отводом от середины, провод ПЭЛ-1 0,12. Катушка L_2 имеет 30 витков с отводом от середины, провод ПЭЛ-1 0,12. Катушка L_3 состоит из 550 витков провода ПЭЛ-1 0,12.

В магнитофоне применяется одна универсальная головка для записи и воспроизведения. Можно использовать универсальную головку от магнитофонной приставки или переделать типовую головку. Для этого необходимо уменьшить толщину пакета сердечника до 2,7 мм. Обмотка должна содержать 2 секции по 1500 витков провода ПЭЛ-1 0,1.

При сборке в рабочий зазор головки закладывается латунная фольга или фольга из берилевой бронзы толщиной 10—12 микрон. Сердечник собирается без заднего зазора.

Питание магнитофона производится от батареи БАС-Г-60, а для подачи смещения в цепь эмиттеров используется батарея от карманного фонаря типа КБС-Л-0,5. Эти батареи достаточны для работы магнитофона примерно в течение 100 часов.

НАЛАЖИВАНИЕ УСИЛИТЕЛЯ

Первоначально следует убедиться в правильности подачи отрицательной обратной связи. Для этого ручку переключателя рода работ устанавливают в положение «воспроизведение», а к выходу усилителя подключают громкоговоритель. Если при этом усилитель будет генерировать,

следует поменять местами концы обмотки I выходного трансформатора Tr_2 .

Налаживание усилителя сводится к подбору режимов эмиттерных и коллекторных цепей полупроводниковых триодов. Это удобно производить с помощью прибора ТТ-1. Регулировку необходимо начинать с оконечного каскада. Для получения наибольшей выходной мощности при наименьшем коэффициенте нелинейных искажений параметры обоих триодов должны быть одинаковыми. Симметрирование работы триодов производится подбором сопротивлений в цепях эмиттеров. Для этого поочередно в цепь каждого эмиттера включают миллиамперметр и подбором сопротивления R_{18} (R_{19}) добиваются одинаковой величины тока эмиттера обоих триодов. Затем поочередно следует проверить ток эмиттера остальных каскадов, причем величина его должна быть порядка 1,2 ма. Такой же ток должен быть и в цепях коллектора этих каскадов.

После подбора режимов можно перейти к проверке работы усилителя на громкоговоритель. В качестве источника звукового напряжения можно использовать звуковой генератор или звукоизмеритель.

Окончив проверку усилителя, переключатель рода работ устанавливают в положение «Запись» и переходят к наладке генератора тока подмагничивания. При этом к выходу усилителя подключается универсальная головка. Налаживание генератора удобно производить с помощью электронного осциллографа, который позволяет контролировать не только величину, но и форму высокочастотного тока в обмотке головки, что особенно важно.

Для этого в провод, соединяющий обмотку головки с шасси, включают сопротивление порядка 500 ом, к которому подсоединяется вход вертикального усилителя осциллографа.

Если при включении генератор не работает, следует поменять местами концы катушки L_2 . Подбором конденсатора C_{11} добиваются получения необходимой величины тока подмагничивания в обмотке головки.

Для универсальной головки, которая используется в магнитофоне, ток высокочастотного подмагничивания должен быть порядка 0,8—1 ма. Для хорошего качества записи форма высокочастотного тока в обмотке головки должна быть строго симметричной. Это достигается подбором режима работы генератора (сопротивление R_{21}) и параметров полупроводниковых триодов (они должны быть одинаковыми). Для получения одинаковых токов обоих триодов в эмиттерную цепь триода, имеющего большую величину тока, можно включить небольшое сопротивление.

Окончательное наладивание усилителя производится при проверке работы лентопротяжного механизма.

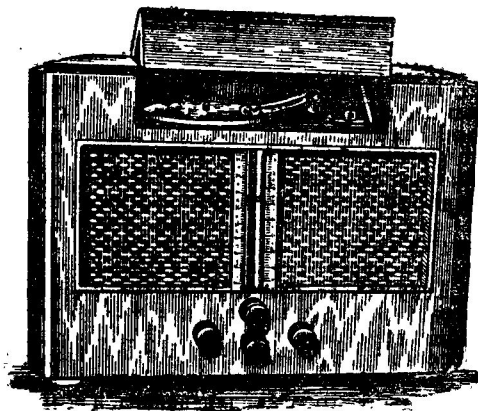
К недостатку описанной схемы усилителя следует отнести более высокий уровень шумов по сравнению с ламповым усилителем, что объясняется применением полупроводниковых триодов. Для уменьшения количества деталей необходимую величину тока эмиттера можно получить путем подачи небольшого отрицательного напряжения на основание триода (через гасящее сопротивление, включенное к источнику коллекторного напряжения). При этом отпадает необходимость во второй батарее (на 3,5 в) и электролитических конденсаторах в цепях эмиттеров.

Применение более глубокой коррекции на высоких частотах наряду с использованием при записи полированной ленты позволит расширить полосу воспроизводимых частот и наряду с записью речи производить запись музыкальных произведений. Описание лентопротяжного механизма магнитофона будет помещено в следующей статье.



ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ РАДИОЛА

Н. Лобаевич



Радиола состоит из приемника прямого усиления и устройства для проигрывания граммофонных пластинок. Приемник имеет два диапазона: длинноволновый (400—160 кГц) и средневолновый (1500—560 кГц). Питание радиолы осуществляется от сети переменного тока с напряжением 110, 127 или 220 в. Выходная мощность 3 вт.

Принципиальная схема приемника помещена на рис. 1. Входные контуры связаны с антенной индуктивно. Переключение диапазонов производится двухплатынным переключателем Π_1 на два положения.

Усилитель ВЧ работает на лампе 6К4 (Λ_1). Детектор и предварительный усилитель НЧ выполнены на лампе 6Б8С (Λ_2).

Далее производится разделение колебаний низкой и высокой частоты. Выделение колебаний НЧ производится с помощью фильтра, состоящего из сопротивлений R_{16} , R_{17} и конденсатора C_{10} . Этот фильтр срезаает частоты выше тысячи герц. Низкочастотные колебания подаются на управляющую сетку левого триода лампы 6Н8С для дальнейшего усиления. Для выделения высших частот в цепи управляющей сетки правого триода

включены конденсатор малой емкости C_{20} и сопротивление утечки R_{24} .

Разделительный каскад собран на лампе 6Н8С (Λ_3). Усиление мощности осуществляется в двух каскадах на лампах 6П3С и 6П6С (Λ_4 и Λ_5). Каждый канал имеет отдельный выход.

Для уменьшения искажений при приеме близких мощных радиостанций применен автоматический регулятор усиления. Напряжение АРУ снимается с нагрузки детектора R_9 и подается через фильтр, состоящий из сопротивлений R_5 и конденсатора C_4 , на управляющую сетку лампы усилителя ВЧ. В цепи анода лампы 6Б8С (Λ_2) включен регулятор тона, объединенный с выключателем сети. Для улучшения качественных показате-

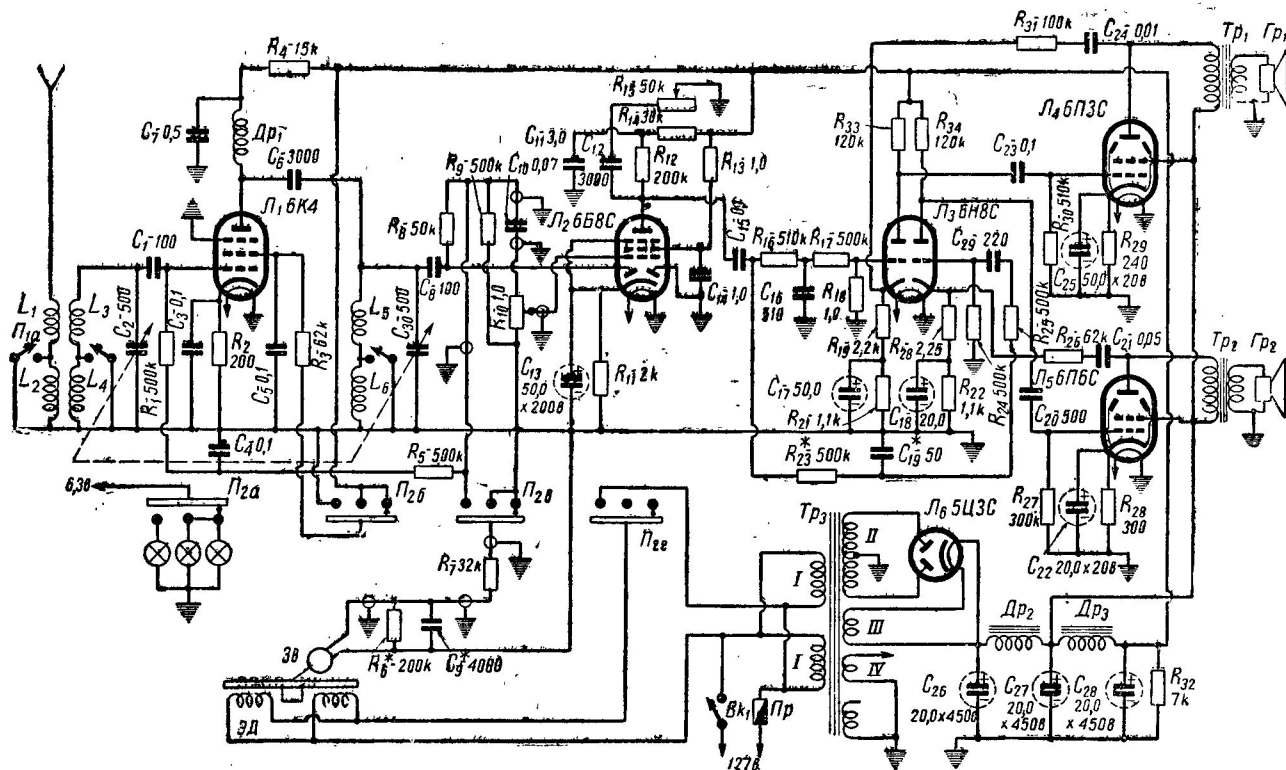


Рис. 1

лей и получения нужной частотной характеристики в усилителе низших частот применена глубокая отрицательная обратная связь, напряжение которой снимается с анода лампы 6П3С через конденсатор C_{24} и сопротивление R_{31} подается в противофазе с основным в цепь левого катода лампы 6Н8С.

В усилителе высших частот напряжение отрицательной обратной связи снимается с анода лампы 6П6С и подается через конденсатор C_{21} и сопротивление R_{26} на катод правого триода L_3 .

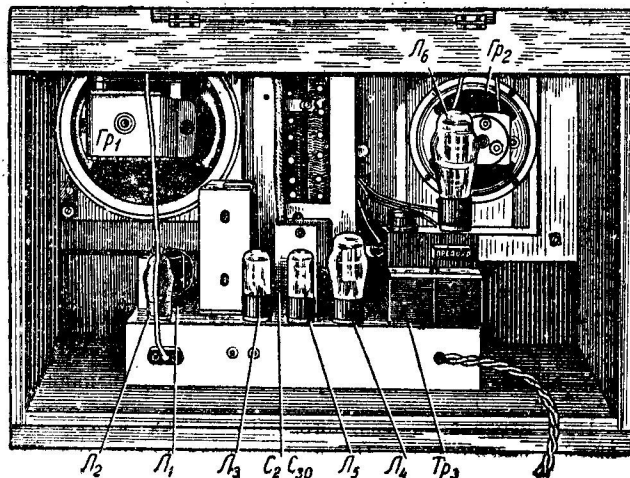


Рис. 2

На выходе усилителя низших частот включен динамический громкоговоритель от приемника «Балтика» с большим диаметром диффузора и легкой подвеской его. На выходе усилителя верхних частот применен громкоговоритель от приемника «Рекорд».

Выпрямление переменного тока производится по двухполупериодной схеме на лампе 5П3С (L_6). Двухъячеечный фильтр, состоящий из электролитических конденсаторов C_{26} , C_{27} , C_{28} и дросселей Dr_2 , Dr_3 , сглаживает пульсации. В качестве дросселя Dr_3 используется катушка подмагничивания от громкоговорителя.

Контурные катушки могут быть применены от любого приемника прямого усиления или входные от супергетеродинного приемника.

Дроссель высокой частоты Dr_1 имеет 2000 витков провода ПЭЛ-1 0,1, уложенных в четыре секции в пазах деревянного эбонитового или плексигласового кар-

каса диаметром 30 мм. Секции расположены на расстоянии 3 мм друг от друга. Ширина каждой секции 4 мм, нижняя часть — 8 мм.

Переключатель P_2 состоит из двух плат на три положения. Трансформатор Tr_1 применен от приемника «Балтика», его первичная обмотка содержит 2150 витков ПЭЛ-1 0,15, вторичная — 58 витков ПЭЛ-1 0,8. Трансформатор Tr_2 от приемника «Рекорд-52». Первичная обмотка имеет 2500 витков ПЭЛ-1 0,12, вторичная — 60 витков ПЭЛ-1 0,51.

Силовой трансформатор Tr_3 выполнен на сердечнике сечением 18 см², его обмотка I содержит $2 \times 363 + 63$ витка провода ПЭЛ-1 0,41, обмотка II — 2×1000 витков ПЭЛ-1 0,3, обмотка III — 18 витков ПЭЛ-1 1,0 и обмотка IV — 23 витка ПЭЛ-1 1,0. Между сетевой и повышающей обмотками помещена экранирующая обмотка, намотанная проводом ПЭЛ-1 0,15. Низкочастотный дроссель Dr_2 выполнен на сердечнике сечением 4 см² и имеет 3000 витков провода ПЭЛ-1 0,27.

Катушки входного контура, контура детектора и платы переключателей диапазонов экранируются.

Вид радиолы сзади показан на рис. 2. Отражательная доска толщиной 20 мм имеет размеры 600×300 мм, отверстие для маленького громкоговорителя сделано конусом. Отражательная доска обтянута декоративной тканью и привинчена к ящику. На панели проигрывателя укреплены мотор, пьезоэлектрический звукоисполнитель, переключатель (прием-проигрыватель) и гнезда для хранения иглолок. Крышка проигрывателя может фиксироваться в двух положениях под разными углами. Шкала радиолы выполнена из трех узких пластинок органического стекла. Освещение осуществляется в торец пластинок. Переключение свечения шкалы производится переключателем P_2 , при работе проигрывателя приемник выключается этим же переключателем.

Настройка низкочастотной части производилась при помощи приборов «ЗГ-2» и «ВКС-7Б». На выход усилителя низших частот подключался вольтметр «ВКС-7Б», а на вход предварительного усилителя подавались колебания от генератора звуковой частоты и проверялась частотная характеристика. Последняя должна быть прямолинейной от 50 до 1000 гц. Частотная характеристика низших частот регулировалась при помощи сопротивлений R_{16} , R_{17} , R_{36} и конденсаторов C_{16} , C_{24} . После этого настраивался усилитель высших частот и катодный вольтметр подключался на выход второго канала НЧ. Частотная характеристика регулировалась при помощи сопротивлений R_{23} , R_{26} , R_{26} и конденсаторов C_{13} , C_{29} , C_{21} и C_{20} . Частотная характеристика должна быть равномерной от 1000 до 10 000 гц.

После настройки отдельных каналов проверялся общий тракт усиления НЧ. Фазирование громкоговорителей производилось на слух.



ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА Звукоспроизведения

А. Дольник

Громкоговорители воспроизводят речь, пение, музыку, шумы и прочие звуки. Качество воспроизведения этих звуков в основном определяется степенью частотных и нелинейных искажений. При правильном выборе громкоговорителей и оформлении к ним (ящики, экраны и т. п.) искажения будут значительно снижены, а качество звукоспроизведения повысится.

Цель настоящей статьи — помочь радиолюбителю-конструктору правильно выбрать и наиболее эффективно использовать громкоговоритель.

Электродинамические диффузорные громкоговорители наиболее хорошо воспроизводят звук и поэтому широко применяются. К их недостаткам можно отнести малый КПД, довольно существенные частотные искажения и зависимость характеристики направленности от частоты.

Чем же должен руководствоваться радиолюбитель-конструктор при выборе громкоговорителя? Прежде всего минимальная мощность должна быть равна или превышать максимальную неискаженную (в пределах принятых допусков) мощность выходного каскада того устройства, для которого выбирается громкоговоритель. Перегружаемый громкоговоритель вносит очень большие искажения.

Другим важным условием является необходимость достаточно равномерного воспроизведения той полосы частот, на которую рассчитан приемник или отдельный усилитель низкой частоты. Частотная характеристика электродинамических громкоговорителей имеет большие завалы в области самых низких (ниже 150—200 гц) и верхних частот (выше 5000—6000 гц) и отличается значительной неравномерностью (пики и провалы) в рабочей полосе частот. Из-за этих особенностей нередко имеющийся громкоговоритель не обеспечивает хорошего звучания, хотя сам приемник или усилитель обладает необходимой частотной характеристикой. Применяя одновременно два громкоговорителя одинаковой мощности, можно получить значительно лучшие результаты. Для совместной работы громкоговорителей необходимо, чтобы частоты основного резонанса каждого громкоговорителя отличались друг от друга на 20—30 гц, причем желательно, чтобы низшая частота резонанса была порядка 70—80 гц. Повышение качества звукоспроизведения при двух громкоговорителях объясняется тем, что суммарная частотная характеристика становится более равномерной. Выравнивание характеристики происходит потому, что разные экземпляры громкоговорителей одного типа имеют неодинаковые частотные характеристики, причем провалы и пики оказываются на разных частотах. Кроме того, сдвигание громкоговорителей почти в два раза повышает КПД (отдачу), так как излучаемая звуковая энергия возрастает почти в четыре раза благодаря увеличению вдвое эффективной поверхности диффузора, а потребляемая от усилителя

электрическая мощность только удваивается. Можно применять и еще большее количество одинаковых громкоговорителей при соблюдении тех же условий, но в этом случае конструкция становится громоздкой. В установках с выходной мощностью порядка 10—15 вт следует применять два громкоговорителя по 5—8 вт от радиовещательных приемников первого или второго класса («Мир», «Рига-10», «Беларусь» и т. п.) или звуковых кинопередвижек. Для установок меньшей мощности подойдут громкоговорители, имеющие мощность 1—3 вт.

При сдвигании громкоговорителей их нужно правильно сфазировать. Такая фазировка осуществляется визуально, с помощью батареи в 1,5—4,5 в, которая присоединяется к выводам звуковой катушки громкоговорителя (если подмагничивание электромагнитное, то на подмагничивающую катушку надо подать питание). Переключая выводы звуковой катушки, добиваются того, чтобы оба диффузора при включении двигались в одну и ту же сторону. Тогда, отметив полярность включения выводов звуковых катушек, нужно правильно подсоединить их (одноименные полюсы при параллельном соединении и разноименные при последовательном).

Правильность фазировки можно проверять и на слух, пробуя переключать концы звуковой катушки или обмотки подмагничивания. При неправильном включении громкость на средних частотах заметно уменьшается. Однако подобный способ пригоден только при сдвигании громкоговорителей. При большем их количестве фазировка на слух становится затруднительной.

После выбора громкоговорителя следует правильно определить размеры и конструкцию ящика, в котором монтируется приемник. Плохой ящик может вызвать дребезжание или другие побочные звуки, а также ухудшить частотную характеристику громкоговорителя.

Хорошее звучание самых низких частот обеспечить довольно трудно, так как громкоговорители резко снижают отдачу на частотах, лежащих ниже их основной резонансной частоты (60—120 гц). Поэтому желательно применять громкоговорители с достаточно низкой собственной частотой резонанса (конечно, не забывая и о воспроизведении верхних частот). Кроме того, условия излучения громкоговорителем звуковой энергии низких частот весьма неблагоприятны и существенно зависят от внешнего оформления громкоговорителя.

Диффузор громкоговорителя при движении вперед сжимает воздух впереди себя и разрежает его сзади. Такие сжатия и разрежения воздуха равномерно распределяются спереди и сзади диффузора. Огибая диффузор, они «накладываются» друг на друга и взаимно уничтожаются. При движении диффузора назад получается та же картина. Такой эффект называют акусти-

ческим «коротким замыканием». Вместо того чтобы передавать звуковые колебания дальше, диффузор перегоняет воздух с одной стороны на другую.

Для устранения этого явления громкоговоритель укрепляют на доске, разграничивающей переднюю и заднюю излучающие стороны диффузора. Если размеры доски не меньше половины длины волны, соответствующей самой нижней звуковой излучаемой громкоговорителем частоте, то «короткое замыкание» наблюдаться не будет и при более высоких частотах. Ящик с открытой задней стенкой оказывает такое же действие, как и акустический экран.

Может показаться, что вместо большой доски или ящика без задней стенки можно применить ящик меньших размеров, но с задней стенкой, которая преграждает путь излучению обратной стороны диффузора и таким образом исключает возможность акустического «короткого замыкания». Однако это не так. Упругость замкнутого в ящике воздушного объема, складываясь с упругостью механической системы громкоговорителя, повышает его собственную резонансную частоту и тем самым еще больше уменьшает отдачу на самых низких частотах. Наличие такого замкнутого объема вызывает и нежелательные резонансные явления на более высоких частотах. Кроме того, в закрытых ящиках ухудшается охлаждение ламп и деталей приемно-усилительной части, и поэтому такие ящики почти не применяются. Радиолубительские конструкции, имеющие мощный выходной каскад (до 15—20 вт), нужно располагать в больших ящиках консольного типа. Чем больше ящик, тем лучше воспроизводятся нижние частоты. Конечно, при этом не надо увлекаться гигантоманией, а исходить из эстетических соображений и учитывать размеры комнаты, где будет стоять радиоло.

Иногда бывает целесообразно размещать громкоговорители отдельно от приемника или усилителя, особенно если можно использовать стену или угол комнаты.

В заголовке статьи показаны два варианта размещения громкоговорителей в углу комнаты. Оба они увеличивают эффективные размеры акустического экрана, а, кроме того, угол образует своего рода большой рупор, также улучшающий воспроизведение нижних частот. Конструкция, располагаемая в нижнем углу комнаты, может быть выполнена как в виде доски, прикрепляемой к стене, так и в виде трехгранного ящика. Верх конструкции должен быть открыт и так же, как отверстие для громкоговорителя, затянут редкой материей, улучшающей наружный вид и несколько защищающей от пыли. В трехгранном щите для верхнего угла комнаты также нужно предусмотреть свободный выход колебаний, создаваемых задней стороной диффузора, оставив щель между верхней кромкой щита и потолком. Сами громкоговорители полезно обернуть одним-двумя слоями редкой материи, предохраняющей от проникновения пыли в подвижную систему.

Для улучшения звучания на нижних частотах можно применить фазоинвертор — закрытый ящик с дополнительным небольшим отверстием, располагаемым обычно над громкоговорителем. Размеры ящика и этого отверстия рассчитываются таким образом, чтобы звуковые колебания нижних частот, излучаемые обратной стороной диффузора, выходили в окружающую среду через отверстия в той же фазе, что и колебания, излучаемые передней стороной диффузора. Закрытый ящик и смонтированный в нем громкоговоритель представляют две связанные акустические системы: объем воздуха, заключенный в дополнительном отверстии, связывает обе системы и обеспечивает нужное соотношение фаз. Изменяя размеры этого отверстия, можно подчеркнуть звучание нижних частот. Внутренние стенки фазоинвертора рекомендуется покрывать звукопоглощающим материалом. Это устраняет нежелательное влияние соб-

ственных колебаний воздуха внутри ящика в области более высоких частот.

При правильном выборе размеров фазоинвертора отдача громкоговорителя в области частот 80—250 гц повышается более чем в два раза (на 6—8 дб), а кроме того, уменьшаются нелинейные искажения вследствие демпфирования подвижной системы громкоговорителя объемом воздуха, заключенным внутри ящика. Это демпфирование происходит как раз на частоте собственного резонанса, при которой нелинейные искажения наибольшие. Конечно, применение фазоинвертора возможно только при раздельном размещении приемно-усилительной части. Для фазоинвертора весьма подходит упомянутый выше трехгранный ящик, располагаемый в нижнем углу комнаты.

Z/Z_{400}

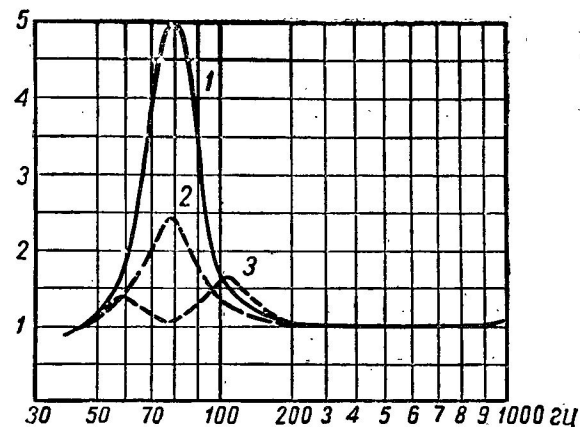


Рис. 1. Примерные частотные характеристики (усредненные) полного внутреннего сопротивления громкоговорителя мощностью 3 в: 1 — без оформления, 2 — в ящике приемника; 3 — в фазоинверторе.

Собственная частота резонанса подвижной системы громкоговорителя не всегда указывается в типовых параметрах. Чаще можно встретить среднее значение этой частоты, которое у разных экземпляров громкоговорителей нередко отличается от фактического на ± 20 гц. Определить собственную частоту резонанса можно, подавая на звуковую катушку небольшое (около 1 в) напряжение от генератора звуковой частоты. Изменяя его частоту в диапазоне 20 + 200 гц, добиваются максимальной амплитуды колебаний диффузора (хорошо заметных глазом), частота которых и указывает нужное нам значение.

Возможно также измерение внутреннего сопротивления звуковой катушки громкоговорителя методом вольтметра-амперметра или путем замещения (по магазину сопротивлений). Наличие пика в области нижних частот указывает частоту резонанса подвижной системы. Такие измерения проводят дважды, до установки громкоговорителя в фазоинвертор и после. По изменению частоты и высоты пика можно судить о качестве согласования фазоинвертера с громкоговорителем. При хорошем согласовании пик должен резко уменьшиться или даже совсем исчезнуть, а на частотной характеристике могут появиться два небольших пика, располагающихся несколько выше и ниже собственной частоты резонанса (рис. 1).

На вклдке, приложенной к настоящему номеру, приведены чертежи нескольких конструкций ящиков-фазоинверторов.

Заботясь об обеспечении хорошего воспроизведения нижних звуковых частот, следует не забывать и об особенностях излучения верхних частот. Если громкоговорители расположены в глубине ящика или в прорези, сделанной в толстой стенке (20—30 мм), то воспроизведение верхних частот может ухудшиться, так как перед диффузорами образуется достаточный объем воздуха. В этом случае полезно отверстие для громкоговорителя прорезать в виде конуса с углом в 45° (между образующей конуса и поверхностью стенки).

Существенно влияет на воспроизведение верхних частот и такой параметр громкоговорителя, как его характеристика направленности, определяющая зависимость звукового давления на данной частоте в точке, находящейся на определенном расстоянии от центра внешней поверхности диффузордержателя, от угла, заключенного между рабочей осью громкоговорителя и направлением на эту точку. Эта характеристика обычно изображается в полярных координатах, и ее вид зависит от отношения излучающей поверхности к длине звуковой волны. С повышением частоты (уменьшением длины волны) или на данной частоте с увеличением диаметра диффузора характеристика направленности

становится более острой, так как звуковые давления, измеренные на одном и том же расстоянии от громкоговорителя, но под разными углами к его оси, уменьшаются тем быстрее, чем выше частота и больше угол измерения. В результате качество звучания громкоговорителя оказывается лучшим для слушателей, сидящих вдоль оси, и худшим для слушателей, расположенных по сторонам. По этим причинам, например, нельзя рекомендовать размещение громкоговорителей на верхних или боковых стенках ящиков (что, к сожалению, сделано, например, в некоторых наших телевизорах). Вообще же для воспроизведения верхних частот лучше подходят громкоговорители с малым диффузором, имеющие более широкую характеристику направленности и лучшую чувствительность на этих частотах.

На рис. 2 схематично показано размещение четырех громкоговорителей, целесообразное при настольном и консольном оформлении ящиков. Такое размещение громкоговорителей массовых выпусков с учетом вышеизложенных рекомендаций обеспечивает достаточно хорошее качество звучания, конечно, при высоком качестве всей аппаратуры в целом. Если для воспроизведения верхних частот применяются отдельные громкоговорители (в крайнем случае типов 1ГД5 или 1ГД6), их нужно включать через соответствующие разделительные фильтры; еще лучше предусмотреть для них отдельный однотактный выходной каскад, рассчитанный на полюсу пропускания частот 2—10 кГц. Этот способ позволит более эффективно подобрать и согласовать как частотную характеристику, так и отдачу в области верхних частот. Конечно, в этом случае следует сфазировать и вторичные обмотки выходных трансформаторов.

Для изготовления фазоинверторов, а также акустических экранов (отражательных досок и ящиков) необходимо применять материалы, обладающие достаточной жесткостью. Хорошим материалом является многослойная фанера толщиной 10—15 мм. Щиты и стенки ящиков должны быть хорошо пригнаны, проклеены и прошлаклеваны. Никакие щели или трещины недопустимы.

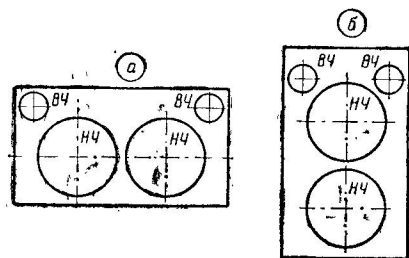


Рис. 2. Размещение громкоговорителей: а — настольное, б — консольное оформление

ИОНОФОН

Года два назад французский физик С. Клайн разработал новый тип громкоговорителя, который был им назван «Ионофон».

Отличительной особенностью ионофона является отсутствие в нем механических деталей, служащих для преобразования электрической энергии в звуковую. В ионофоне с помощью высокочастотного электрического поля осуществляется прямое преобразование электрической энергии в колебания молекул воздуха в ионизированном пространстве.

Ионизированное пространство внутри кварцевой трубки специальной формы образуется с помощью двух электродов, один из которых расположен внутри трубки, а второй — вне ее. К этим электродам прикладывается очень высокое напряжение высокой частоты (27 мгц), создаваемое ламповым генератором с трансформатором Тесла (рис. 1, а). Нагрузочный контур генератора образован вторичной обмоткой трансформатора и емкостью ионизированного промежутка между двумя электродами кварцевой трубки.

Для того чтобы заставить ионизированные молекулы воздуха колебаться в такт со звуковой частотой, генератор модулируют по экранной сетке напряжением низкой частоты.

Отсутствие механических деталей (мембраны), обладающих инерцией

и собственным механическим резонансом, позволяет воспроизводить без искажений звуковые колебания до 20 000 гц и выше.

Для увеличения его КПД ионофон соединяют с гиперболическим метал-

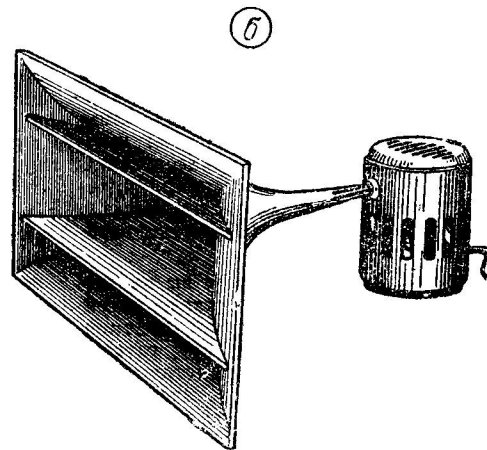
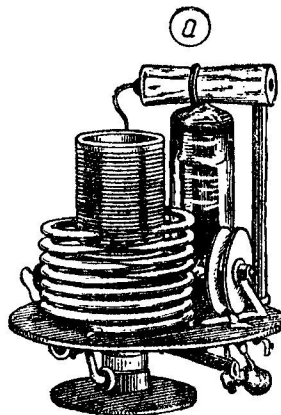


Рис. 1. а — внутренний вид ионофона; б — общий вид ионофона с гиперболическим рупором

лическим рупором (рис. 1, б), который создает направленное излучение и для частот от 1000 до 20 000 гц в угле раствора рупора порядка 150° — практически равномерное звуковое давление.

На выставке в Ганновере (Германия) в мае 1955 года фирма «Телефункен» демонстрировала контрольное устройство для радиовещательных студий, в котором ионофон был использован для воспроизведения частот выше 800 гц. Низкие частоты от 40 до 1000 гц воспроизводились с помощью обычного электродинамического громкоговорителя. Такая комбинация обеспечивает высокое качество воспроизведения звука в широком спектре частот.

Ионофон можно также использовать для создания ультразвуковых колебаний.