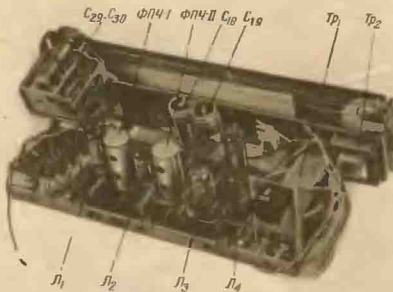
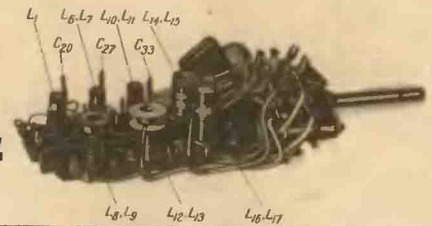


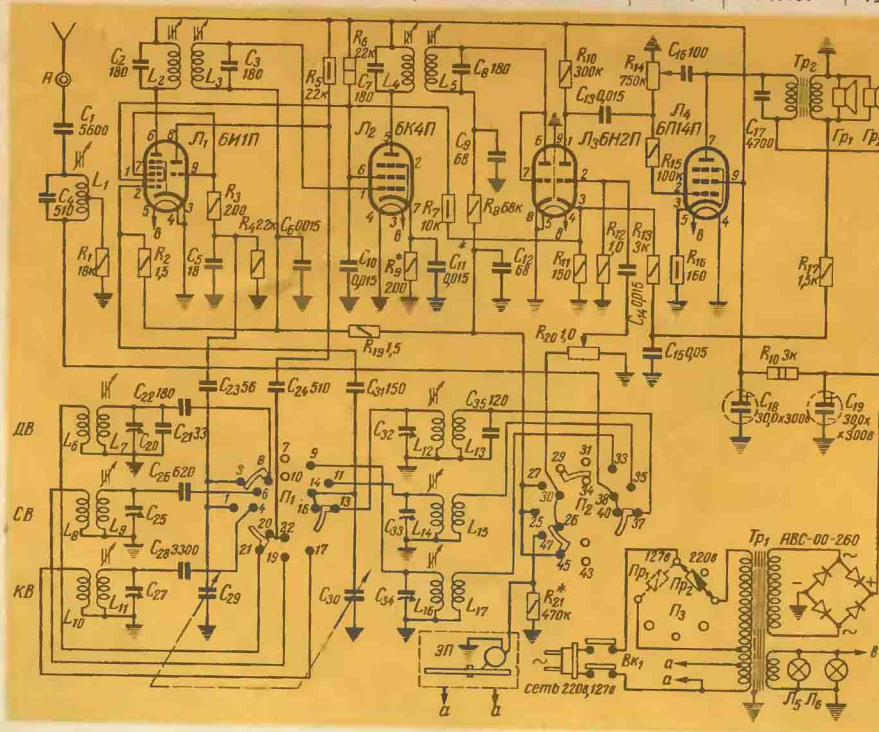
# РАДИОЛА "РЕКОРД-61"



Радиола III класса „Рекорд-61“ предназначена для приема радиовещательных станций с амплитудной модуляцией в диапазоне коротковолн (76—24,8 м), средних (577—187 м) и длинных (2000—723 м) волн. Трансформатор (33 1/3, 45 и 78 об/мин) проигрыватель радиолы позволяет проигрывать обычные и долгоиграющие пластинки. Промежуточная частота 465 кГц, сквозная полоса пропускания 4 кГц, избирательность по соседней каналу 32 дБ, по зеркальному — (ДВ — 46 дБ, СВ — 30 дБ, КВ — 14 дБ). Чувствительность на ДВ и СВ — 150 мкВ, на КВ — 200 мкВ. Выходная мощность усилителя НЧ — 0,5 Вт (два громкоговорителя 1 ГД-5), диапазон воспроизводимых частот усилителя НЧ — 100—6000 Гц. Мощность, потребляемая от сети — 55 Вт. Весь монтаж, кроме высокочастотного блока, выполнен печатным способом на одной плате. Моточные и конструктивные данные катушек индуктивности помещены в таблице.

Примечание: Сердечники катушек индуктивностей выполнены из феррита Ф — 600 (катушка  $L_{10}$  — феррит Ф — 100). Сердечник  $Tr_1$  — УШ22 × 27;  $Tr_2$  — УШ14 × 16.

Катушка	Марка провода	Число витков	Индуктивность, мкГн	Добротность
Входная ДВ, $L_4$	ПЭВ-0,1	4 × 135	2800	70
Связь ДВ, $L_9$	ПЭВ-0,1	800	5400	40
Входная СВ, $L_{12}$	ПЭВ-0,1	4 × 36	190	50
Связь СВ, $L_{13}$	ПЭВ-0,1	300	700	40
Связь, КВ, $L_{16}$	ПЭЛ-0,39	19	3,3	150
Связь, КВ, $L_{17}$	ПЭЛ-0,1	50	25	—
Гетеродин, ДВ, $L_7$	ПЭВ-0,1	3 × 64	350	45
Связь гетеродина ДВ, $L_8$	ПЭВ-0,1	25	—	—
Гетеродин СВ, $L_{11}$	ПЭВ-0,1	3 × 32	92	45
Связь гетеродина СВ, $L_{10}$	ПЭВ-0,1	16	—	—
Гетеродин КВ, $L_{15}$	ПЭЛ-0,3В	22	2,75	135
Связь гетеродина КВ, $L_{14}$	ПЭЛ-0,1	7	1,15	—
Фильтра ПЧ, $L_1$	ПЭВ-0,1	3 × 66	115	—
Фильтра-пробки, $L_2$	ПЭВ-0,1	(4 × 20) × 2	240	60
Обмотка I	ПЭЛ-0,25	625 + 75 + 550	—	—
Обмотка II	ПЭЛ-0,16	1380	—	—
Обмотка III	ПЭЛ-0,96	40	—	—
Трансформатор $Tr_2$	—	—	—	—
Обмотка I	ПЭЛ-0,12	2800	—	—
Обмотка II	ПЭЛ-0,44	72	—	—
Громкоговоритель	ПЭЛ-0,12	32 + 31	5,5 Ом	—
Электродвигатель	ПЭЛ-0,14	4 × 1600	135 Ом	—



# МАГНИТОФОН



# НА

# ТРАНЗИСТОРАХ

Инж. Б. Хохлов

Магнитофон предназначен в основном для синхронного озвучивания узкоплёночных любительских кинофильмов. Запись ведется на двух дорожках: на верхней дорожке записывается звук, на нижней так называемый пилот-сигнал, частота которого пропорциональна скорости протяжки пленки при съемке фильма. Датчиком этого сигнала служит коммутатор, укрепленный на оси грейфера камеры (ручка обратной перемотки пленки). Во время проекции пилот-сигнал считывается той же головкой, которой он был записан и подается на фазочувствительную следящую систему (такую например, как была описана во втором номере журнала «Радио» за 1960 год). Синхронизм осуществляется только при нормальной скорости протяжки пленки при съемке (16 кадров в секунду). При записи на натуре магнитофон питается от батареи, составленной из девяти кадмиево-никелевых аккумуляторов ЦНК-0,85 или элементов типа «Сатурн», соединенных последовательно. При проектировании для экономии батарейного питания магнитофон включается в сеть переменного тока. При этом аккумуляторная батарея в магнитофоне работает в буферном режиме и подзаряжается.

Скорость движения пленки для удовлетворительного воспроизведения равна 9,5 см/сек. Сквозная полоса частот при незначительной неравномерности от 60 гц до 5 кц. Номинальная выходная мощность составляет 1,5 Вт, частота подмагничивания и стирания выбрана равной 30 кц. В магнитофоне применены

отдельные воспроизводящая и стирающая головки, что упрощает коммутацию и облегчает установку оптимального тока подмагничивания. Весь монтаж выполнен на печатных платах, чертежи которых помещены на третьей стр. обложки.

Магнитофон имеет два входа. Один предназначен для включения микрофона и рассчитан на входное напряжение порядка 5 мв, другой — для записи с эфира или со звукоусилителя, рассчитанный на напряжении около 100 мв.

Принципиальная схема магнитофона приведена на рис. 1. При записи сигнал от микрофона или со звукоусилителя усиливается каскадами, собранными на транзисторах  $T_3$ ,  $T_4$  и  $T_5$ . Напряжение коллектора транзистора  $T_5$  через цепь коррекции подается на записывающую головку. Напряжение подмагничивания поступает на головку с генератора стирания через конденсатор  $C_{22}$  и сопротивление  $R_{23}$ . Генератор стирания выполнен на транзисторах  $T_6$  и  $T_7$ .

При воспроизведении напряжение, возникающее на концах обмотки воспроизводящей головки, составляет доли милливольта. Поэтому воспроизводящий тракт должен иметь значительное усиление. В результате становятся заметными собственные шумы транзисторов. Для увеличения отношения сигнала к шуму в усилителе воспроизведения первый каскад, собранный на транзисторе  $T_1$ , поставлен в особые условия: он расположен в непосредственной близости от головок и работает в режиме, обеспечивающем наименьшие соб-

Описание полностью самодельного портативного магнитофона на транзисторах и печатном монтаже представляет интерес для любителей звукозаписи и кинолюбителей. Конструкция разработана автором специально для озвучивания любительских кинофильмов с тем, чтобы было возможно производить синхронную запись звука во время съемки фильма. Однако это не означает, что магнитофон не может быть использован для репортерских записей и воспроизведения записей в домашних условиях. В том случае, если конструктор хочет собрать только переносный малогабаритный магнитофон и не предусматривает синхронизации звука при съемке фильма, электрическая схема магнитофона остается почти такой же. Исключаются только узел, обеспечивающий синхронность записи (головку пилот-сигнала с реле, фазочувствительную следящую систему и т. п.).

Магнитофон выполнен целиком на печатном монтаже, платы которого изображены на 3 стр. обложки. На чертежах печатных плат и принципиальной схеме номера контактов выводов обозначены следующим образом. Первая цифра соответствует номеру платы, последующие определяют порядковый номер вывода. Печатные платы выполняются методом травления, однако их можно изготовить и любым другим способом, доступным радиолюбителям. Можно использовать и навесной монтаж, но это приведет к увеличению размеров магнитофона. В магнитофоне используются самодельные головки, которые без ухудшения качества можно заменить фабричными (кроме стирающей головки).

Значительная часть лентопромоточного устройства самодельная. В этом номере журнала приводится описание только электрической части и методы настройки усилителей и генератора. Подробные чертежи и описания деталей лентопромоточного механизма будут опубликованы в одном из последующих номеров нашего журнала.

венные шумы. Для того, чтобы уменьшить влияние помех на этот каскад от электродвигателя и выпрямителя, используется автономный источник питания  $E_1$  (два миннаторных аккумулятора типа Д—0,06). С выхода первого каскада сигнал подается на базу транзистора  $T_2$ , работающего в каскаде тонкоррекции. Регулировка тембра (раздельно по высоким и по низким частотам) осуществляется потенциометрами  $R_{17}$  и  $R_{14}$ . Затем сигнал усиливается транзисторами  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$  и с выхода двухтактной оконечной ступени ( $T_6$ ,  $T_7$ ) поступает на звуковую катушку громкоговорителя. В магнитофоне предусмотрена возможность включения внешнего громкоговорителя. Переход от режима записи к режиму воспроизведения осуществляется коммутацией в схеме магнитофона, причем некоторые каскады используются как при записи, так и при воспроизведении.

Коммутация сводится к следующему: при записи снимается питание с каскадов  $T_1$ ,  $T_2$ ; гнезда микрофон-звукоусилитель («Вх—1» и «Вх—2») подключаются непосредственно

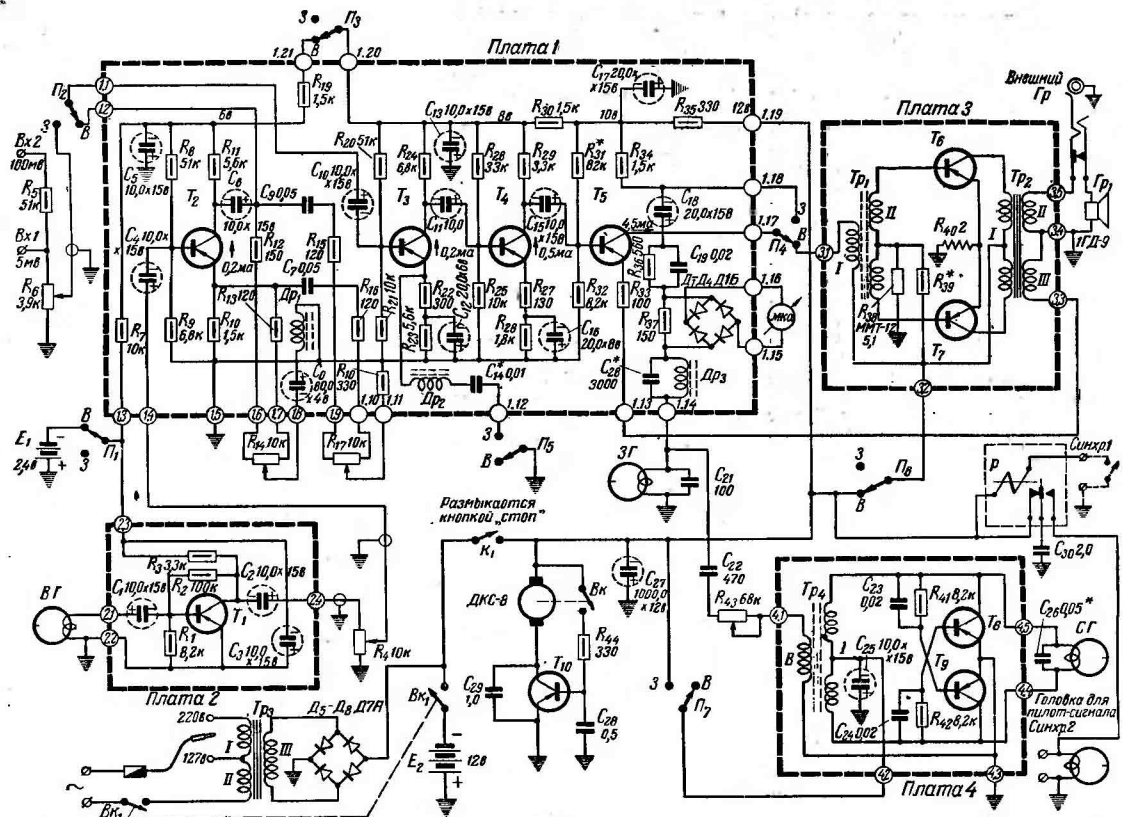


Рис. 1  
Транзисторы  $T_1$ — $T_6$  типа П13—15

осуществляется с помощью кнопочного механизма, который одновременно управляет и работой лентыпротяжки.

Остановимся подробнее на особенностях работы некоторых узлов схемы. Для получения значительного отношения сигнала к шуму транзистор, используемый в первом (противошумовом) каскаде, работает при низком коллекторном напряжении, равном 2,4 в и малом коллекторном токе (около 100 мкА). Для уменьшения входного сопротивления термостабилизация осуществляется за счет обратной связи по постоянному току, создаваемой сопротивлениями  $R_2$  и  $R_3$ . Сопротивления в эмиттерной цепи этого каскада нет.

Для регулирования тембра в процессе воспроизведения используется каскад, собранный на транзисторе  $T_2$ . При переходе движка потенциометра  $R_{14}$  из одного крайнего положения в другое последовательный

контур, образованный дросселем  $Dp_1$  и конденсатором  $C_6$ , настроенный на частоту около 50 гц, шунтирует на землю коллектор либо эмиттер транзистора  $T_2$ . В первом случае усиление каскада на низких частотах падает, во втором — увеличивается, так как уменьшается сопротивление в эмиттерной цепи для этих частот. Аналогично работает потенциометр  $R_{17}$ , регулирующий усиление на верхних частотах. При этом коллектор, или эмиттер каскада  $T_2$  шунтируется на землю конденсатором. На средних частотах (около 1 кГц) усиление каскада  $T_2$  мало зависит от положений движков потенциометров  $R_{14}$  и  $R_{17}$ .

Каскады предварительного усиления собраны на транзисторах  $T_3$ — $T_4$ . Оба эти каскада выполнены по схеме с общим эмиттером. Для температурной стабилизации в эмиттерных цепях включены значительные сопротивления. В результате режим этих каскадов мало зависит от параметров используемых в них транзисторов. Сопротивления  $R_{22}$  и

$R_{27}$  в цепях эмиттеров не зашунтированы конденсаторами. За счет этого возникает обратная связь по току, повышающая входное сопротивление каскада и уменьшающая нелинейные искажения.

В режиме воспроизведения предоконечный каскад ( $T_4$ ) должен создавать мощность, достаточную для расщепки двухтактной оконечной ступени. Каскад работает с большими сигналами. Для снижения нелинейных искажений в эмиттерную цепь каскада подается напряженное обратное связи со специальной обмотки выходного трансформатора. Глубина обратной связи выбрана такой, что входное сопротивление каскада увеличивается до 3,5—4 ом и в сильной степени снижаются нелинейные искажения.

В режиме записи каскад работает на головку, включенную через цепь коррекции ( $R_{36}, C_{19}$ ). Напряжение, создаваемое током записи на сопротивлении  $R_{37}$ , детектируется диодами  $D_1—D_4$  и поступает на стрелочный индикатор уровня. Контур, образованный дросселем  $Dr_3$  и конденсатором  $C_{20}$ , настроен на частоту генератора подмагничивания и предотвращает попадание токов подмагничивания в усилитель.

Оконечный усилитель магнитофона выполнен по классической двухтактной схеме с двумя трансформаторами. Он обеспечивает на выходе мощность 1,5—2 вт при нелинейных искажениях не более 3%. Для температурной стабилизации используется термосопротивление ММТ-12. Эмиттеры оконечных транзисторов включены на землю через проволочное сопротивление  $R_{40}$  (2 ом). Возникающая при этом обратная связь уменьшает влияние разброса входных сопротивлений транзисторов.

Генератор стирания ( $T_8, T_9$ ) используется как для стирания, так и для подмагничивания. Он выполнен на транзисторах П201 по двухтактной схеме. Это сделано для того, чтобы в подмагничивающем сигнале не содержалось второй гармоники, вызывающей появление нелинейных искажений при записи. Третья гармоника подмагничивающего сигнала на качество записи не влияет. Поэтому подмагничивающий сигнал может иметь несинусоидальную форму. Важно только, чтобы он был симметричным. Для этого в генераторе следует использовать транзисторы, близкие по величине коэффициента усиления по току. Для упрощения задачи можно измерять коэффициент усиления не по переменному, а по постоянному току —  $\beta$ . Измерение производится при токе коллектора 200 мА и напряжении 12 в. Для предотвращения разогрева транзистор на время измерения привин-

чивается к металлической пластине — тепловоду. Допустимый разброс по  $\beta$  не должен превышать 10%. Сама же величина  $\beta$  может лежать в пределах от 20 до 80.

Для работы от сети и для подзарядки батарей аккумуляторов в магнитофоне предусмотрен выпрямитель, состоящий из силового трансформатора  $Tr_3$  и четырех диодов типа Д7А. Данные всех дросселей и трансформаторов приведены в таблице 1.

Таблица 1

	Сердечник	Моточные данные
$Tr_1$	Ш10×10	I—1800 ПЭЛ-0,1 II—2×530 ПЭЛ-0,21
$Tr_2$	Ш12×14	I—2×250 ПЭЛ-0,35 II—110 ПЭЛ-0,74 III—7 ПЭШО-0,15
$Tr_3$	Ш16×20	I—1900 ЛЭШО-2,4-1400 ПЭЛ-0,16 II—190 ПЭЛ-0,57
$Tr_4$	СБ-4 $\mu=1000$	I—2×30 ЛЭШО-20×0,07 II—210 ПЭШО-0,15
$Dr_1$	Ферритовое кольцо $\mu=600$	500 ПЭЛ-0,1
$Dr_2$	"	250 ПЭШО-0,15 Индуктивность 100 мГн
$Dr_3$	СБ-1 $\mu=1000$	80 ЛЭШО 10×0,07

Воспроизводящая головка взята от промышленного магнитофона «Мелодия». Индуктивность обмотки головки составляет 750 мГн, рабочий зазор 6 мк; сопротивление обмотки постоянному току 540 ом. Записывающая головка самодельная, индуктивность ее обмотки равна 28 мГн, рабочий зазор — 6 мк, сопротивление постоянному току — 12 ом. Обмотка состоит из 2×350 витков провода ПЭЛ-0,21. Сердечник взят от головки магнитофона «Мелодия». Стандартные стирающие головки потребляют от генератора мощность в несколько вт. В батарейном магнитофоне это недопустимо. Поэтому была изготовлена ферритовая стирающая головка, нормально работающая при мощности 0,6—0,7 вт. Сердечник головки стирания сделан из ферритового кольца с магнитной проницаемостью  $\mu=400—600$ . Внешний диаметр кольца равен 15 мм, внутренний — 6 мм, высота — 5 мм. Кольцо предварительно раскаль-

вается на две части. Полученные полукольца опиливаются, сначала грубо, на шлифовальном круге, затем на наждачном бруске по эскизу, изображенном на рис. 2. При опиливании не следует сильно прижимать феррит к камню, иначе будет трудно получить ровную поверхность. После изготовления сердечника на каждую его половину наматывается по 50 витков провода

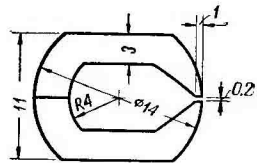


Рис. 2

ПЭЛ-0,18, а в передний зазор вставляется бронзовая прокладка толщиной 0,2 мм. Индуктивность стирающей головки около 400 мГн. Таким же методом изготавливается и головка для пилот-сигнала. Ширину этой головки следует сделать несколько меньше, чем у стирающей — 2,0—2,5 мм. Обмотка головки состоит из 100 витков (50+50) провода ПЭЛ-0,15. Обе головки собираются в единый блок, как это показано на рис. 3.

Контур генератора стирания намотан в ферритовом горшкообразном сердечнике СБ-4 и помещен в алюминиевый экран. Всю настройку генератора следует производить при подключенной стирающей головке. Подбором величины емкости конденсатора  $C_{20}$ , поданного непосредственно к головке, устанавливают ча-

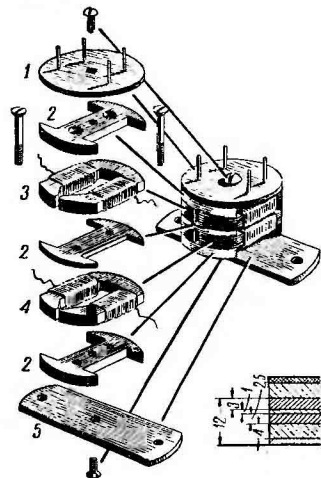


Рис. 3

стоту генератора равной 30 кГц. Форма колебаний может быть несинусоидальной, но обязательно симметричной. Нормально работающий генератор потребляет от источника 12 в ток около 60 ма. При этом стирающая головка слегка нагревается.

В магнитофоне может быть использован любой маломощный коллекторный двигатель постоянного тока с центробежным регулятором, например ДКС-8 от магнитофона «Репортер». Если включить регулятор непосредственно в цепь мотора, возникают сильные помехи, проникающие через цепь питания в усилитель. Поэтому в описываемой конструкции центробежный регулятор установлен в базовой цепи транзистора  $T_{10}$ . При работе регулятора меняется внутреннее сопротивление транзистора, а так как он включен последовательно с двигателем, то скорость последнего стабилизируется. Помехи от такой системы в сильной степени снижаются в результате того, что ток базы транзистора в  $\beta$  раз меньше тока коллектора.

На рис. 1 все платы обведены рамками. Плата 1, на которой смонтирована большая часть деталей, крепится с нижней стороны панели магнитофона. На верхней стороне панели, рядом с головками, припаяна плата 2 с деталями каскада  $T_1$  и аккумуляторами  $E_1$ . Четырью болтами крепится к основанию шасси третья плата, несущая на себе транзисторы  $T_6, T_7$ , трансформаторы  $Tr_1$  и  $Tr_2$  и другие детали оконечного усилителя. Термосопротивление  $R_{39}$ , имеющее вид шайбы, приклеивается к одному из оконечных транзисторов. На отдельной прямоугольной плате монтируется генератор стирания ( $T_8$  и  $T_9$ ).

При самостоятельном изготовлении фольгированного гетинакса для того, чтобы фольга прочнее приклеивалась к гетинаксу, следует предварительно гальванически обработать одну из его поверхностей. Лист фольги закрашивается с одной стороны цианолом и опускается в качестве положительного электрода в гальваническую ванну с раствором медного купороса. Катодом может служить любая металлическая пластинка. Между электродами включают напряжение 10—12 в, и через 20—30 мин на незащищенной поверхности фольги образуются микроскопические поры, обеспечивающие при наклеке фольги на гетинакс хорошее сцепление с ее поверхностью.

При монтаже плат следует помнить, что платы не выдерживают многократных перепаек даже при использовании легкоплавкого припоя. Поэтому все узлы схемы магнитофона должны быть предвари-

тельно полностью отлажены на экспериментальном макете, и только после этого детали переносятся на печатные платы. На макете собирается весь усилительный тракт, от  $T_1$  до  $T_7$ . Вместо громкоговорителя включается проволочное сопротивление величиной 6 ом. Налаживание усилителя начинают с того, что, отпаяв первичную обмотку  $Tr_1$  от коллектора  $T_6$ , включают ее на выход звукового генератора. Напряжение питания (12 в) подают только на оконечный каскад. При отсутствии сигнала от генератора каскад должен потреблять от источника ток 5—8 ма. Величина этого тока устанавливается подбором сопротивления  $R_{39}$ . Увеличивая напряжение от генератора (частота 1 кГц), наблюдают с помощью осциллографа форму сигнала на эквиваленте нагрузки. Когда напряжение на нагрузке достигнет величины 3,5—3,8 в, наступит ограничение. Ограничение должно происходить одновременно с двух сторон синусоиды. Одностороннее ограничение указывает на несимметрию оконечных транзисторов. В таком случае их следует подогреть заново. Подбираются они по величине  $\beta$  при токе 200 ма и напряжении 12 в и по величине начального тока, который должен быть не более 0,4 ма (цепь эмиттера разорвана, коллекторное напряжение 12 в). Разброс по величине  $\beta$  у транзисторов допускается не более, чем на 10%, причем  $\beta$  может лежать в пределах от 20 до 100.

Заключив налаживание оконечного каскада, подключают первичную обмотку  $Tr_1$  к коллектору  $T_6$  и подают на этот транзистор питание. Выход звукового генератора подают на базу  $T_5$  через конденсатор  $C_{15}$ , отпаянный от коллектора  $T_4$  и временно включенный минусом к базе  $T_5$ . Если концы обмоток  $Tr_2$  включены правильно, усилитель не должен возбуждаться. Сопротивлением  $R_{31}$  устанавливают коллекторный ток  $T_5$  порядка 4,5 ма. Оконечный каскад должен обеспечить на нагрузке 6 ом напряжение не менее 3,5 в и нелинейные искажения не более 3% при

подаче на вход сигнала 300—400 мв на частоте 1 кГц. Частотная характеристика двух предпоследних каскадов приведена на рис. 4. Получив необходимые результаты, впаивают на место конденсатор  $C_{15}$  и проверяют работу усилителя со входа  $T_2$  до нагрузки. Режимы каскадов, собранных на транзисторах  $T_2$  и  $T_4$  (ток коллектора 0,2 ма у  $T_2$  и 0,5 ма у  $T_4$ ) очень мало зависят от параметров транзисторов, так как в каскадах стоят значительные эмиттерные сопротивления. Поэтому регулировку смещения в этих каскадах можно не производить.

Значительно сложнее обеспечить необходимые шумовые параметры. В режиме записи шумы тракта определяются, в основном, шумовыми параметрами транзистора  $T_3$ . В режиме воспроизведения шумы зависят от параметров транзисторов  $T_1$  и  $T_2$ . Замерить в любительских условиях шумфактор транзисторов очень сложно, поэтому целесообразно провести отбор транзисторов для этих каскадов на слух. Для этого выбирают на выход усилителя громкоговоритель, вход  $T_3$  через конденсатор  $C_4$  замыкают на сопротивление величиной 3—5 ком и, меняя транзисторы в каскаде  $T_3$ , отбирают из них такие, при включении которых не прослушивается шипение. Отбор производится среди транзисторов, предварительно проверенных на величину начального тока (не более 15 мка при разомкнутой цепи эмиттера и напряжении коллектора 5 в) и по величине  $\beta$  (допустимый разброс — от 20 до 100). Транзисторы с малым коэффициентом шума используются в первых трех каскадах  $T_1, T_2$  и  $T_3$ , причем в первом каскаде ( $T_1$ ) должен стоять транзистор лучшей с точки зрения шумов. Отбор можно проводить среди транзисторов типов П15, П16, П13; П14 и П15.

После того, как транзистор для третьего каскада ( $T_3$ ) подобран и впаив на место, проверяют работу усилителя в режиме записи. Для этого вместо первичной обмотки  $Tr_1$  в коллекторную цепь  $T_5$  включают сопротивление  $R_{34}$ , цепочку  $R_{36}-C_{19}$  и головку записи. Замыкают на землю цепь коррекции  $Dr_2 C_{14}$  и на вход  $T_3$  подают сигнал от звукового генератора. При средних значениях  $\beta$  (30—50) у транзисторов  $T_3-T_5$  усилитель должен обеспечить на нагрузке ( $R_{31}$ ) неискаженное напряжение не менее 3 в, когда на вход  $T_3$  подан сигнал 5 мв на частоте 1 кГц. Входное сопротивление  $T_3$  составляет 7—8 ком. На рис. 5 приведена частотная характеристика усилителя в режиме записи. Подъем на частоте 5,5 кГц вызван цепочкой  $Dr_2 C_{14}$ .

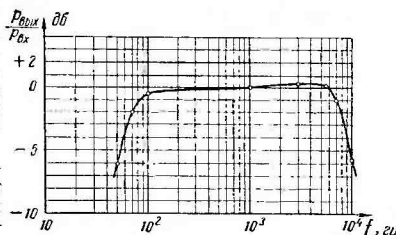


Рис. 4

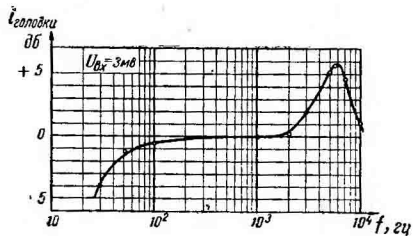


Рис. 5

Закончив проверку усилителя в режиме записи, подают питание на каскад регулятора тембра ( $T_2$ ), а выход звукового генератора — в точку 1.4. Если каскад собран правильно, он не требует никакого налаживания. Частотные характеристики тракта, снятые со входа  $T_2$  до коллектора  $T_3$ , для крайних положений потенциометров  $R_{14}$  и  $R_{17}$ , приведены на рис. 6.

Проверку всего усилителя, вместе с первым каскадом, лучше всего произвести, используя работающий ламповый магнитофон, такой, например, как «Мелодия» или «Эльфа». Для этого напряжение с универсальной головки лампового маг-

нитофона подается на вход  $T_1$  через короткий экранированный провод. При прослушивании готовых записей на скорости 9,5 см/сек усилитель должен обеспечивать звучание, не уступающее по качеству звучанию лампового усилителя, а регуляторы тембра должны давать хорошо заметную на слух коррекцию. На этом налаживание усилителя заканчивается, и его детали могут быть перенесены на печатные платы.

После налаживания лентопротяжного механизма, установки на место всех плат и соединения их между собой, к магнитофону подключается питание и делается пробная запись. В ходе этой записи регулируется положение записывающей головки и устанавливается оптимальный ток подмагничивания. Для этого на вход «5 ма» подается сигнал от звукового генератора с частотой 3—4 кГц, точка 2.4 отпаивается от потенциометра  $R_4$  и включается на вход осциллографа. На первый каскад подается питание. В результате записанный сигнал сразу же считывается воспроизводящей головкой и после усиления его первым каскадом наблюдается на осциллографе. Вращая установочный винт записывающей головки, добиваются получения на

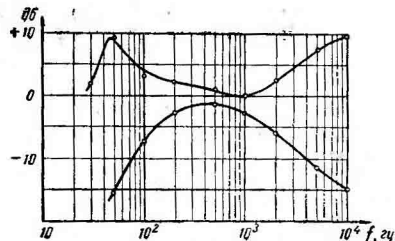


Рис. 6

выходе максимального сигнала. Это свидетельствует о параллельности рабочих щелей записывающей и воспроизводящей головок. После этого, вращая ось потенциометра  $R_{43}$ , опять добиваются максимума выходного сигнала. Минимум нелинейных искажений получается при токе подмагничивания несколько меньшем (на 20—30%), чем тот, который обеспечивает наибольший выходной сигнал.

На этом налаживание магнитофона заканчивается, и шасси вставляется в ящик, склеенный из фанеры, обтянутой снаружи заменителем кожи.

## ОПЫТЫ С ПСЕВДОСТЕРЕОФОНИЕЙ

Специалисты, занимающиеся вопросами стерефонии, пришли к выводу, что при двухканальном воспроизведении музыки, записанной, например, на пластинке, качество воспроизведения зависит не столько от восприятия местонахождения источника звука, сколько от числа и расположения громкоговорителей. Например, при стереофонической передаче смычковые инструменты звучат из левого громкоговорителя, а духовые — из правого (при условии соответствующего размещения микрофонов во время записи или трансляции). Следовательно, если бы удалось «разделить» одноканальную передачу таким образом, чтобы высшие звуковые частоты излучались левым громкоговорителем, а низшие — правым, то полученная звуковая картина, хотя и не отвечала бы полностью истинному расположению инструментов в оркестре, однако давала бы иллюзию пространственного (объемного) восприятия. В этом случае высшие тона звучания скрипок слышались бы из левого, а низшие тона литавры — из правого громкоговорителя.

На первый взгляд такое упрощение может показаться слишком примитивным, однако в его справедливости нетрудно убедиться: если в концертном зале слушать музыку, закрыв глаза, то локализация источников звука обеспечивается только при условии, когда слушатель сидит в первых рядах, так как здесь преобладает прямая (неотраженная) звуковая волна. Публика, сидящая в задних рядах, преимущественно слышит звук, отраженный от стен и потолка зала и, следовательно, не может определить местонахождение источника звука, если не будет видеть его. Тем не менее восприятие такого «рассеянного» звука не кажется неестественным, и по своему качеству оно несравнимо выше, чем звуковая картина, создаваемая одним громкоговорителем. Поэтому голландцы предложили систему воспроизведения звука, в которой для улучшения звучания одноканальной записи или радиопередачи используются как распределение звука на разнесенные высокочастотный и низкочастотный громкоговорители, так и его рассеянное излучение.

**Расположение громкоговорителей.** Необходимо иметь в виду, что громкоговорители высокочастотного и низкочастотного звуковых каналов должны быть одной системы, с диаметром диффузора не менее 20—

уделяется методам улучшения звучания одноканальной (моноуральной) записи или радиопередачи путем их искусственного разделения на высокочастотные и низкочастотные звуковые каналы.

Высказывается мнение, что публикуемое описание установки, позволяющей значительно повысить качество воспроизведения звука, может явиться исходным материалом для радиолюбителей, желающих заняться экспериментированием в области повышения качества воспроизведения звука.

Радиолюбителям читателям журнала «Радио», которые заинтересуются этим описанием, можно рекомендовать следующую замену ламп: ЕF-86 на 6Ж8, ЕСС-82 на 6Н8С и ЕС-82 на 6Н8С в триодном включении при триодах, включенных параллельно. При этом следует учитывать, что эти лампы не являются полными аналогами примененных в схеме и поэтому при налаживании конструкции потребуется подбирать рабочие режимы.

25 см. Громкоговоритель, предназначенный для воспроизведения басов, целесообразно встроить в акустический ящик, а для высокочастотных «пищалок» сделать небольшой экран размером 40×40 см. Вместо экрана можно вырезать деревянное кольцо с внешним диаметром порядка 35—40 см. Расположение высокочастотного громкоговорителя показано на рис. 1: акустический экран на высоте 1,20 м прикрепляется к стене таким образом, чтобы громкоговоритель излучал вверх и вниз, чем достигается описанное выше рассеянное излучение.

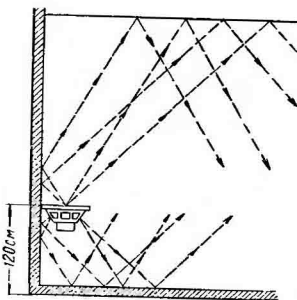


Рис. 1

Оригинально выглядит устройство, представленное на рис. 2. Кольцо вырезается из 10-миллиметровой фанеры. Сверху и снизу оно закрывается полушариями, сделанными из проволочной сетки. Опорой служит трехногий штатив.

На рис. 3 показано взаимное расположение обоих громкоговорителей 1 и 2. Однако в статье указывается, что оптимальное размещение громкоговорителей определяется экспериментальным путем и оно изменяется в зависимости от акустических свойств помещения.

**Разделение каналов.** Опыт показывает, что для разделения тракта на высокочастотный и низкочастотный звуковые каналы нельзя ограничиться одним из обычных переходных устройств, так как они не обеспечивают плавного перехода

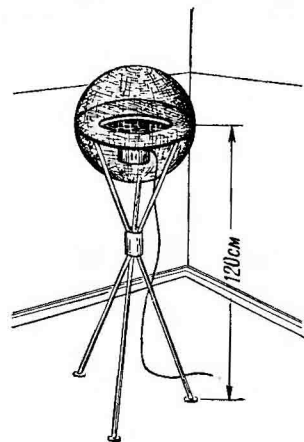


Рис. 2

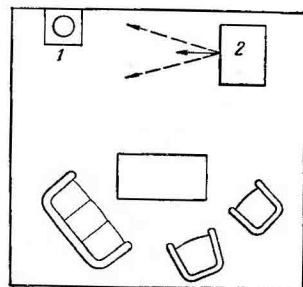


Рис. 3

между низкими и высокими тонами. Целесообразнее ставить специальный фильтр, который подключается к управляющему каскаду и питает два раздельных оконечных усилителя. В этом случае более мощный усилитель работает в низкочастотном звуковом канале, а менее мощный — в высокочастотном. Для обычного жилого помещения вполне достаточно усилители с выходной мощностью 4 Вт каждый, например усилитель, собранный на одной лампе EL84.

Одно из преимуществ разделения каналов на низком уровне заключается в том, что каждый оконечный усилитель «перерабатывает» только часть спектра звуковых частот, вследствие чего опасность возникновения внутренней (взаимной) модуляции весьма мала. Кроме того, для получения различных характеристик фильтра достаточно заменить несколько сопротивлений и конденсаторов. Если же разделение каналов производить с помощью специальных каскадов (в этом случае предусматривается только один оконечный усилитель), то потребуются довольно дорогие низкочастотные дроссели со стальными сердечником и униполярные электролитические конденсаторы.

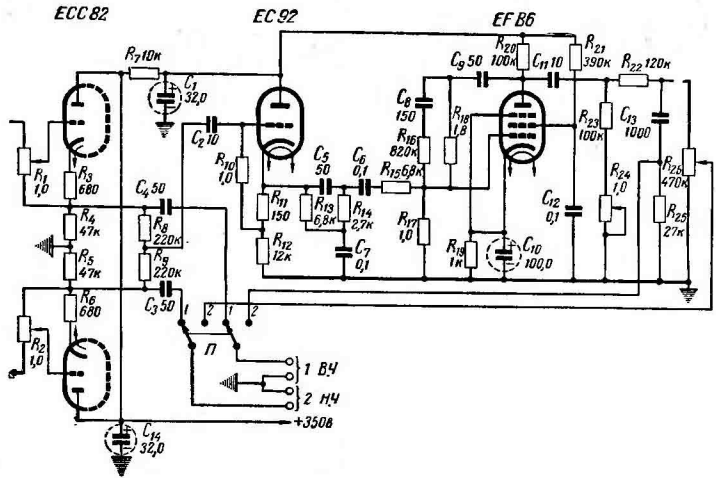


Рис. 6  
Значения  $C_2, C_3, C_4, C_5, C_9$  и  $C_{11}$  даны в нанофарадах

На рис. 4 приводится схема каскада — разделителя каналов, подключаемого перед высокоомными входами двух оконечных усилителей. RC-звенья обеспечивают ослабление в полосе частот от 200 до 1000 Гц с провалом на частоте 350 Гц на —6 дБ. RC — звено отрицательной обратной связи между анодом и сеткой  $L_1$  ослабляет сигналы с частотой свыше 1600 Гц на —6 дБ по сравнению с частотой 400 Гц. Сопротивление  $R_{12}$  в цепи анода вместе с конденсатором  $C_9$  и сопротивлением  $R_{14}$  образуют фильтр низких частот; благодаря этому уровень на высших частотах в правом канале ослабляется максимально до —14 дБ. Оба элемента в левом канале выполняют функции фильтра высших частот. Потенциометр  $R_{15}$  на выходе служит для регулировки баланса обоих каналов. Регулируемое сопротивление  $R_{11}$ , нагружая развязывающий конденсатор в цепи анода, служит для ослабления самых низких звуковых частот. Это бывает необходимо для подавления слишком сильного воспроизведения басов.

Вход разделителя каналов относительно низкоомный, поэтому управляющий усилитель должен иметь низкоомный выход (например, катодный). В противном случае между управляющим и оконечным усилителем включают преобразователь (рис. 5). Следует иметь в виду, что для большей наглядности входной фильтр ( $R_1, C_1, R_2, C_2$ ) изображен на рис. 5 (в цепи катода  $R_4, C_4, R_5, C_5$ ).

Фактически устанавливается только один фильтр.

Входное сопротивление каждого оконечного усилителя не должно быть менее 500 Ом. Это требование в большинстве случаев выдерживается, так как обычно входные сопротивления составляют около 1 Мом.

Особое внимание надо уделить уровню сигналов. Напряжение звуковой частоты на входе разделителя каналов не должно превышать 1 В, а входная чувствительность на входе оконечных усилителей также в среднем должна равняться 1 В.

**Регулировка.** Регулировку лучше всего производить на речевой передаче. Потенциометр 470 Ом (рис. 4) в разделителе каналов устанавливается в такое положение, чтобы голос диктора казался исходящим из точки, расположенной посередине между громкоговорителями. При правильной регулировке низкий мужской голос исходит из точки, лежащей правее центра, а женский — несколько левее его. При воспроизведении оркестра создается впечатление, что оркестр как бы занимает пространство между разнесенными громкоговорителями. Потенциометр 470 Ом служит только для регулировки баланса, а не тембра. Если необходимо, регулировка тембра производится перед каскадом разделения каналов, то есть в управляющем усилителе, где регулируются высшие и низшие частоты.

«Funksehau», 1961, № 10  
с 251—252

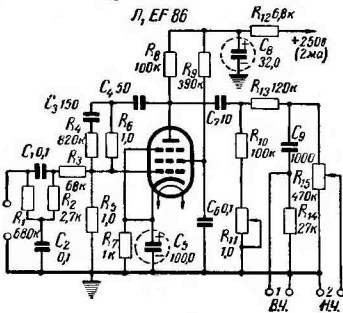


Рис. 4  
Значения  $C_4, C_7$  и  $C_6$  в нанофарадах

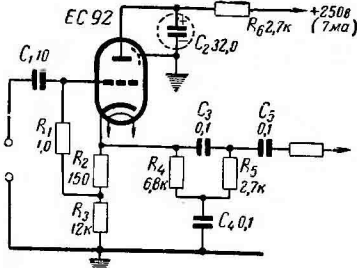


Рис. 5  
Значение  $C_1$  в нанофарадах



**Каковы размеры каркаса катушки  $L_1$  генератора тока стирания магнитофона «Днепр-11» («Радио» № 10, 1961 г.) и из какого материала можно сделать каркас в любительских условиях?**

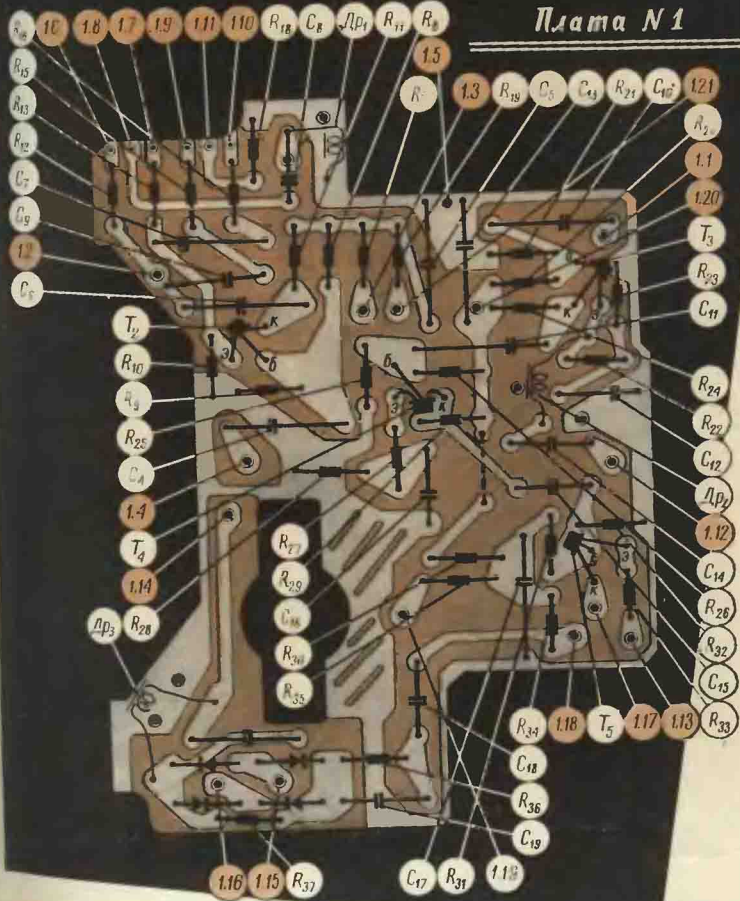
При самостоятельном изготовлении генераторной катушки каркас для нее можно выточить из текстолита или органического стекла. С таким же успехом можно применить каркас, склеенный из картона.

Внутренний диаметр каркаса — 8 мм, наружный — 11,3 мм. Щечки по краям каркаса имеют диаметр 24 мм. Расстояние между щечками (ширина намотки) — 34 мм.

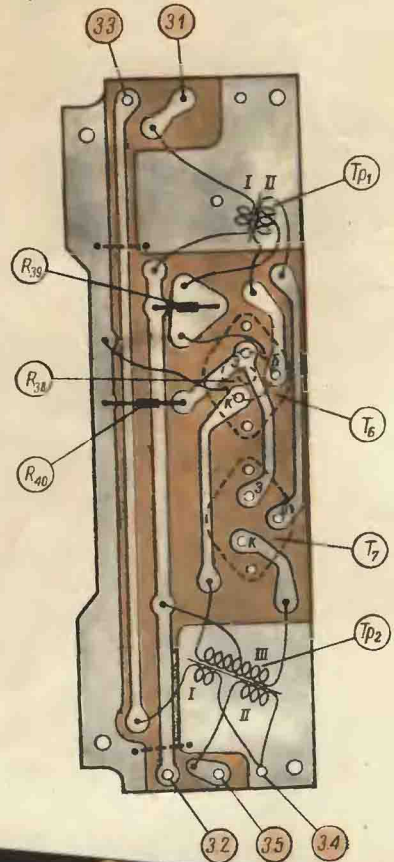
Оптимальный ток записи у этого магнитофона 0,09—0,1 ма.

# МАГНИТОФОН НА ТРАНЗИСТОРАХ

Плата N1



Плата N3



Плата N2 и зажки для крепления аккумуляторов E1



Плата N4

