

Батарейный магнитофон

В. Иванов

В статье приводится описание портативного переносного магнитофона, в котором движение ленты осуществляется с помощью пружинного граммофонного мотора, а питание усилителя производится от малогабаритных гальванических батарей.

Магнитофон позволяет производить запись речи и музыки в полевых условиях, на улице, в поезде и т. д. Каждая его кассета вмещает рулон ферромагнитной ленты длиной 115 м, что позволяет производить непрерывную запись или воспроизведение в течение 20 мин. Лента в аппарате движется со скоростью 96,25 мм/сек.

СХЕМА УСИЛИТЕЛЯ МАГНИТОФОНА

Усилитель магнитофона (рис. 1) используется и при записи и при воспроизведении. Переход с записи на воспроизведение осуществляется с помощью переключателя рода работ Π_1 — Π_7 . При записи он устанавливается в положение «З», а при воспроизведении — в положение «В».

В усилителе применены две лампы 06П2Б (L_1 и L_2), нити накала которых включены последовательно, и одна лампа 1П2Б (L_3). Развиваемое на выходе усилителя напряжение при воспроизведении достигает 0,5 в, что вполне достаточно для прослушивания записи на теле-

фонные трубки. Для прослушивания записи на громкоговоритель используется отдельный усилитель мощностью около 0,15 вт, смонтированный в одной ящике с громкоговорителем. Схема этого усилителя приведена на рис. 2.

Лампа L_4 1П2Б (рис. 1) работает в генераторе тока подмагничивания, частота которого равна 30 кгц.

Стирание ненужной записи производится заранее, с помощью какого-либо вспомогательного устройства: дополнительного генератора, размагничивающего дросселя или, в крайнем случае, с помощью постоянного магнита.

Коэффициент гармоник при оптимальном режиме подмагничивания не превышает 5%. Уровень шумов на 45 дб ниже номинального выходного уровня. Полоса пропускания сквозного канала магнитофона 200—5 000 гц при неравномерности не более 3 дб. На частотах 100 гц и 6 000 гц усиление падает на 5 дб.

Для достижения указанных показателей нужна универсальная магнитная головка (ГУ) высокого качества. Такую головку можно изготовить из заводской. Толщину пакета пермаллового сердечника необходимо уменьшить до 3,5 мм. Каркасы для катушек нужно изготовить новые, чтобы они плотно сидели на сердечнике. На каждую катушку следует намотать около 1 000 витков провода ПЭЛ-1 0,1 (индуктивность обмотки 300 мкн). В рабочий зазор головки вставляется прокладка из бронзовой фольги толщиной не более 15 микрон. Задний зазор отсутствует.

Вследствие того что скорость движения ленты мала, в усилителе пришлось применить очень глубокую частотную коррекцию, достигающую в общей сложности (тракт записи плюс тракт воспроизведения) около + 50 дб на верхних частотах.

При записи коррекция частотной характеристики осуществляется в анодной цепи первого и третьего каскада усилителя, а также в цепи головки. В анодную цепь первой лампы включена частотно-зависимая нагрузка. На средней частоте (1 000 гц) основной нагрузкой яв-

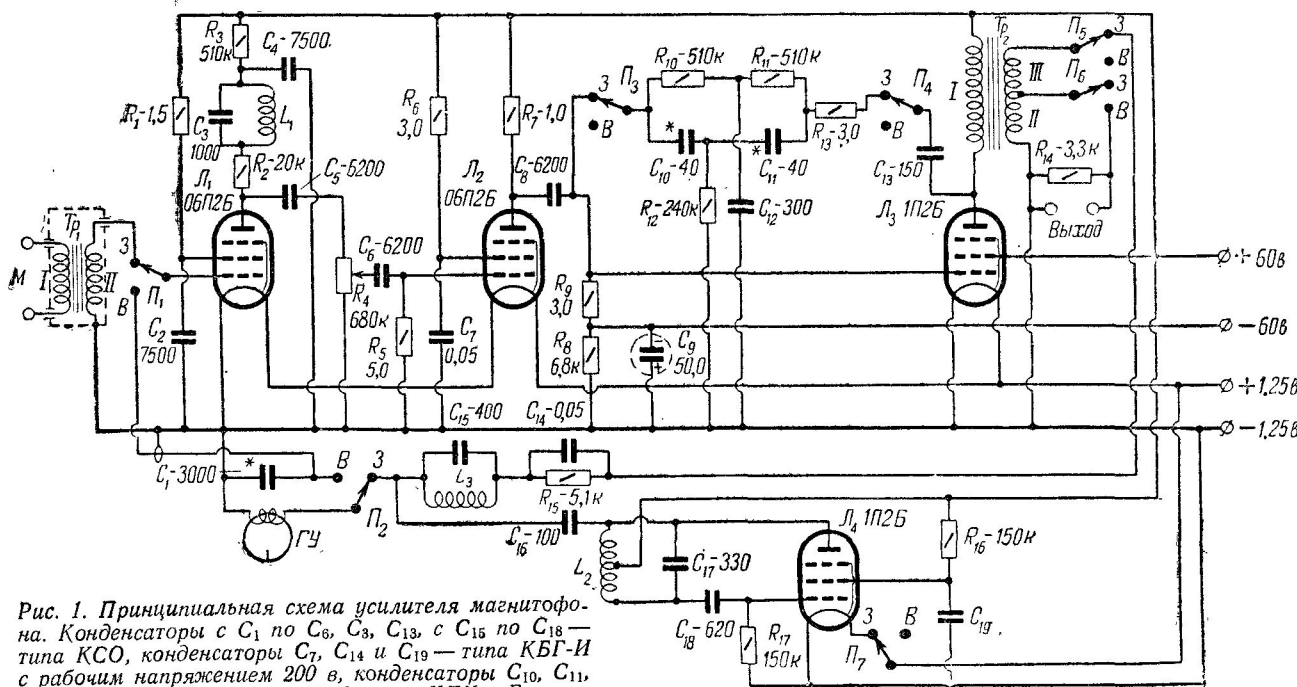


Рис. 1. Принципиальная схема усилителя магнитофона. Конденсаторы с C_1 по C_6 , C_3 , C_{13} , с C_{15} по C_{18} — типа КСО, конденсаторы C_7 , C_{14} и C_{19} — типа КБГ-И с рабочим напряжением 200 в, конденсаторы C_{10} , C_{11} , C_{12} — керамические типа КТК или КДК. Емкость конденсатора C_{19} — 0,02 мкф.

ляется сопротивление R_2 . Контур L_1C_3 , настроенный на частоту 5 000 гц, представляет малое сопротивление для средней частоты, а сопротивление R_3 и конденсатор C_4 являются для средней и более высоких частот как бы цепью развязки.

С повышением частоты сопротивление контура L_1C_3 увеличивается и достигает наибольшей величины на высшей рабочей частоте (5 000 гц), где вследствие этого происходит подъем частотной характеристики на +16 дб. При этом анодной нагрузкой служит суммарное сопротивление контура L_1C_3 и R_2 . На низшей рабочей частоте (200 гц) влияние конденсатора C_4 оказывается ничтожным, и нагрузка лампы определяется в основном суммой сопротивлений R_2 и R_3 .

В цепи частотно-зависимой отрицательной обратной связи в третьем каскаде усилителя использован избирательный RC-фильтр ($R_{10}R_{11}R_{12}C_{10}C_{11}C_{12}$), настроенный на частоту 5 000 гц. На этой частоте коэффициент передачи фильтра наименьший, а усиление, даваемое каскадом, — наибольшее. Подъем частотной характеристики на высшей рабочей частоте (5 000 гц) в результате действия только избирательного RC-фильтра достигает +16, +17 дб.

В цепь головки записи включена корректирующая ячейка $R_{15}C_{14}$, с помощью которой регулируется подъем частотной характеристики на низшей рабочей частоте (200 гц).

При воспроизведении коррекция частотной характеристики осуществляется только в сеточной и анодной цепях лампы первого каскада усилителя. Цепь обратной связи в третьем каскаде отключается.

В сеточной цепи первой лампы для подъема верхних частот используется явление резонанса, возникающее в контуре, образованном индуктивностью обмотки головки и конденсатором C_1 . В анодной цепи первой лампы частотно-зависимая нагрузка действует так же, как и при записи.

ДЕТАЛИ УСИЛИТЕЛЯ

Микрофонный трансформатор Tr_1 имеет сердечник из пермаллоевых пластин Ш-6; толщина набора 10 мм. Первичная обмотка I содержит 400 витков провода ПЭЛ-1 0,09. Вторичная обмотка II состоит из 4 000 витков провода ПЭЛ-1 0,05.

На каркас сначала наматывается половина витков вторичной обмотки, затем укладывается вся первичная обмотка, а поверх нее — другая половина вторичной обмотки. Между обмотками прокладываются два слоя конденсаторной бумаги толщиной 0,05 мм. Индуктивность первичной обмотки собранного трансформатора при измерении на частоте 100 гц составляет 0,23 гн. Сердечник можно собрать из пластин обычной трансформаторной стали, но в этом случае сечение сердечника должно быть увеличено до 2 см², и размеры трансформатора значительно возрастут.

Выходной трансформатор Tr_2 имеет сердечник из пластин Ш-10 трансформаторной стали, собранных встык в пакет толщиной 22 мм. Обмотка I содержит 5 800 витков провода ПЭЛ-1 0,05; через каждые 1 500 витков прокладывается слой конденсаторной бумаги толщиной 0,05 мм. Обмотка II содержит 790 витков провода ПЭЛ-1 0,15. Обмотка III содержит 510 витков провода ПЭЛ-1 0,15. Между обмотками I и II прокладывается один слой хлопчатобумажной лакотканн ЛХ1-0,15.

Каркасы катушек резонансного контура L_1 (рис. 3, а) и генератора L_2 (рис. 3, б) вытачиваются из эбонита или склеиваются из электрокартона. Обмотка катушки L_1 содержит 7 100 витков провода ПЭЛ-1 0,09. Катушка заключается в хорошо отоженный экран из по-

лосовой стали толщиной 1—1,5 мм с внутренним диаметром 27 мм и высотой 17 мм.

Катушка L_2 имеет 900 витков провода ПЭЛ-1 0,1 и имеет отвод от 300-го витка. В каждой секции каркаса размещается по 300 витков; намотка внавал. Катушка заключается в горшкообразный карбонильный сердечник типа СБ-3а, на который сверху надевается металлический (латунный или алюминиевый) экран.

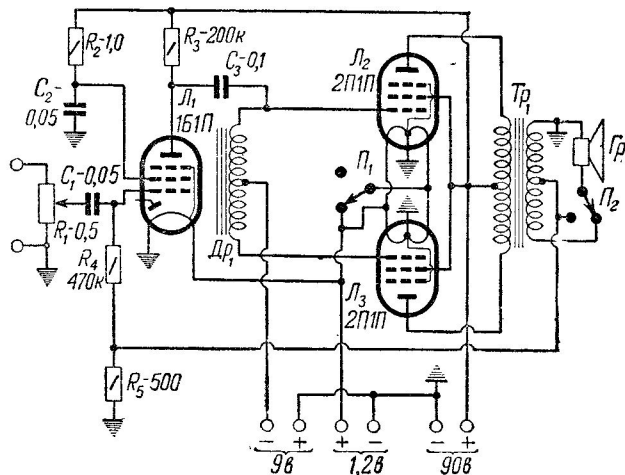


Рис. 2. Принципиальная схема оконечного усилителя

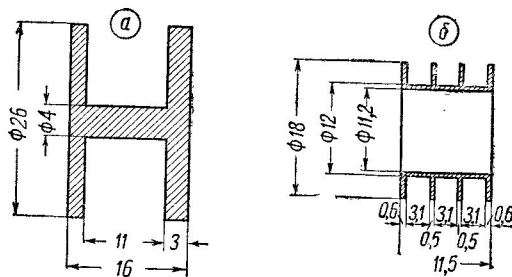


Рис. 3. а — каркас катушки резонансного контура; б — каркас катушки генератора

Катушка фильтр-пробки L_3 наматывается на каркасе из эбонита или текстолита диаметром 12 мм и состоит из трех секций по 700 витков провода ПЭШО 0,1. Тип намотки — «Универсаль». Ширина каждой секции 5 мм, а расстояние между ними 0,5 мм. Индуктивность катушки 45 мГ.

Усилитель магнитофона в режиме воспроизведения потребляет на питание цепей накала ламп около 110 ма и на питание цепей анода 1 ма. В режиме записи потребление тока по цепи анода возрастает до 2 ма, а по цепи накала до 150—160 ма.

Во время стационарного использования магнитофона для питания цепей накала ламп усилителя можно использовать один элемент типа 6С-МВД, а для питания анодных цепей — батареею типа БАС-60. В переносной установке анодная батарея составляется из 14—15 батареек от карманного фонаря, а для питания цепей накала используется элемент типа ЗС-МВД.

Еще большей компактности и облегчения веса можно достигнуть, применив анодные батареи и элементы накала от слуховых аппаратов.

НАЛАЖИВАНИЕ ТРАКТА ЗАПИСИ

Налаживание и испытание усилителя начинают с тракта записи. Перед началом испытаний следует выключить лампу L_4 , разорвав цепь питания ее нити накала.

Для хорошей регулировки усилителя достаточна обычная измерительная аппаратура (генератор звуковой частоты, осциллограф, милливольтметр типа ЛВ-9), обычно имеющаяся в радиоклубах.

Схема проведения испытаний и регулировки показана на рис. 4.

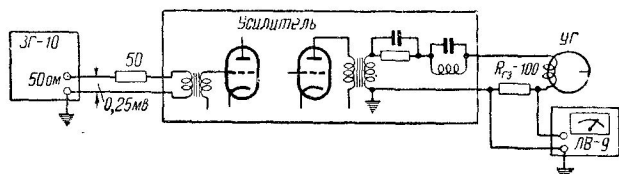


Рис. 4. Схема проверки усилителя при записи

С 50-омного выхода звукового генератора, через последовательно включенное сопротивление 50 ом на вход усилителя подается сигнал частоты 1000 гц. На выходных зажимах генератора следует поддерживать неизменным уровень 0,25 мв. На выход усилителя включается универсальная головка и в разрыв провода, соединяющего головку с нулевой шиной, включается вспомогательное сопротивление $R_{гз} = 100$ ом. По падению напряжения на этом сопротивлении судят о токе, протекающем через головку. Номинальный ток записи равен 0,13 ма. На время регулировки частотной характеристики с помощью регулятора усиления R_4 следует установить ток записи равный 0,1 ма. В дальнейшем, изменяя частоту звукового генератора в пределах 200—5000 гц, регистрируют изменения тока записи.

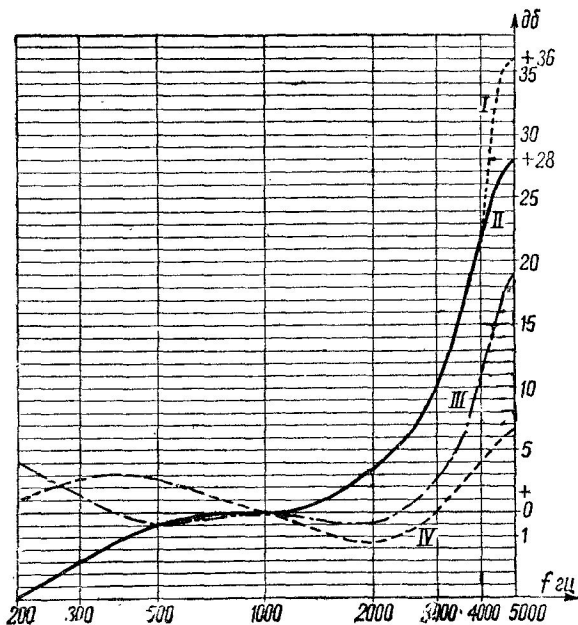


Рис. 5. Частотные характеристики усилителя: I и II — канала воспроизведения; III — канала записи; IV — сквозного канала

Настройка в резонанс на частоту 5000 гц сначала контур L_1C_3 , а затем RC-фильтр в цепи обратной связи третьего каскада усилителя, добиваются получения частотной характеристики, изображенной на рис. 5 (кривая III).

Подъем нижних частот обеспечивается большим сопротивлением анодной нагрузки первой лампы ($R_2 + R_3$) и подбором емкости конденсатора C_{13} . Уменьшение этой емкости повышает усиление нижних частот. К этому приводит и уменьшение емкости конденсатора C_{14} .

Для облегчения регулировки на время настройки избирательного RC-фильтра вместо конденсаторов C_{10} и C_{11} можно временно включить подстроечные конденсаторы.

Добившись указанной на рис. 5 (кривая III) формы частотной характеристики, снимают сигнал со входа усилителя, подвигнув контакт потенциометра R_4 устанавливая в положение, соответствующее минимальному усилению, и переходят к проверке генератора тока смещения. Для этого восстанавливают нарушенную перед началом испытаний цепь накала лампы L_4 . Затем, подключив вход осциллографа параллельно сопротивлению $R_{гз}$, проверяют, действительно ли форма тока, вырабатываемая генератором, синусоидальна и имеет частоту около 30 кГц. В противном случае проверяют входные в генератор детали.

Убедившись в исправности генератора, настраивают фильтр-пробку L_3C_{15} в резонанс на частоту генератора.

Это можно сделать с помощью лампового милливольтметра, ориентируясь по минимуму напряжения на вторичной обмотке выходного трансформатора Tp_2 или по увеличению тока смещения в цепи головки. Качество записи во многом зависит как от формы, так и от величины тока смещения в универсальной головке.

Минимальные искажения при записи получаются, когда ток смещения составляет 0,5—0,6 ма. Величина тока смещения может быть точно подобрана изменением сопротивления R_{16} . Чем это сопротивление больше, тем ток меньше. При сопротивлении $R_{16} = 0,2$ мгом ток смещения равен 0,5 ма, а при $R_{16} = 0,1$ мгом — 0,8 ма. По окончании регулировки тракта записи вспомогательное сопротивление $R_{гз}$ в цепи универсальной головки отключают. При необходимости использовать магнитную головку, отличающуюся по своим данным от указанной, может потребоваться ток смещения большей величины. Тогда, не меняя схемы генератора, вместо лампы 1П2Б следует использовать пальчиковый пентод 1К1П или 2П1П, однако расход энергии питания при этом увеличится.

НАЛАЖИВАНИЕ ТРАКТА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

Схема проведения испытаний и регулировки приводится на рис. 6. В разрыв провода, соединяющего головку с нулевой шиной, включается вспомогательное сопротивление $R_{гв} = 2$ ом. Переключатель рода работ устанавливают в положение «Воспроизведение». На сопротивление $R_{гв}$ подается сигнал частоты 1000 гц с 50-омного выхода генератора через конденсатор емкостью 0,1 мкф.

На выходных зажимах генератора следует поддерживать неизменным уровень 500 мв. Если теперь ручку потенциометра R_4 установить в положение, соответствующее максимальному усилению, то милливольтметр «ЛВ-9» покажет максимальный выходной уровень усилителя равный 0,53 в.

На время проверки частотной характеристики с помощью регулятора усиления R_4 устанавливается выходной уровень 10 мв.

Тогда же следует убедиться, что вольтметр показывает именно уровень сигнала. Для этого необходимо

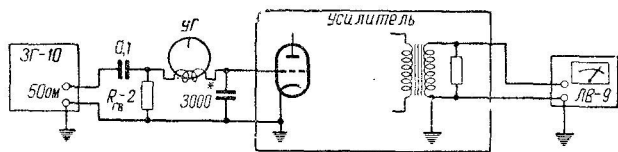


Рис. 6. Схема проверки усилителя при воспроизведении

замкнуть накоротко выходные гнезда генератора, а сам генератор выключить из сети. При этом стрелка прибора «ЛБ-9» должна вернуться в исходное положение. Если этого не наблюдается, то налицо либо самовозбуждение усилителя, либо шумы из-за недостаточной экранировки головки и входных цепей. Установив затем частоту генератора 5 000 гц, убеждаются в наличии необходимого подъема частотной характеристики на этой частоте (см. рис. 5). В зависимости от качества головки (рабочий зазор 10 или 15 микрон) частотная характеристика будет отображена кривой I или II.

Может оказаться, что подъем частотной характеристики недостаточен. Тогда следует проверить емкость конденсатора C_1 и индуктивность головки. Подключение конденсатора C_1 при частоте 1 000 гц не сказывается на величине выходного уровня. На частоте 5 000 гц под-соединение конденсатора C_1 благодаря явлению резонанса увеличивает выходной уровень на 16—18 дб.

Когда налаживание аппаратуры производится без указанной измерительной аппаратуры, то и в этом случае налаживание и испытание также начинают с канала записи, выключив предварительно лампу Л4.

Предварительно убеждаются в отсутствии самовозбуждения усилителя. Вместо звукового генератора следует воспользоваться проигрывателем и звукоснимателем. Прослушивание производится через оконечный усилитель, но сигнал на его вход подается со всей вторичной обмотки выходного трансформатора Tr_2 , а конденсатор C_{13} временно устанавливается емкостью в 3 000 пф.

Сигнал от звукоснимателя подается к концам сопротивления R_4 . При этом мы услышим, в основном, шип илы и наиболее высокие звуковые частоты. Настройкой избирательного RC-фильтра добиваются наибольшей громкости звучания.

Установив затем номинальную величину конденсатора C_{13} , мы услышим и нижние частоты, но подчеркивание высоких частот останется.

Подобным же методом, но в канале воспроизведения настраивают контур L_1C_3 , отключив предварительно магнитную головку и конденсатор C_1 и подавая на сетку первой лампы сигнал от звукоснимателя через конденсатор емкостью 50 пф.

Настройка головки в резонанс легко осуществляется на слух при работе магнитофона. Для настройки фильтра-пробки следует воспользоваться каким-либо вольтметром переменного тока, имеющимся у радиолюбителя.

В лентопротяжном устройстве используется обычный грамофонный механизм с пружинным заводом. Об его приспособлении для целей звукозаписи будет рассказано в отдельной статье.

В заключение остановимся на оконечном усилителе (рис. 2). Установка имеет два каскада. В первом каскаде используется лампа 1Б1П, а во втором — две лампы 2П1П, включенные по двухтактной схеме.

В оконечном каскаде предусмотрена возможность работы в экономичном режиме при пониженном расходе энергии питания для случая, когда по условиям работы допускается меньшая выходная мощность. Для этого переключателем P_1 снимается питание с одной из половин нити накала (что уменьшает расход тока и по анодной цепи), а переключателем P_2 громкоговоритель включается на часть вторичной обмотки выходного трансформатора. Последнее необходимо, так как при данной смене режимов внутреннее сопротивление ламп увеличивается, что вынуждает повысить коэффициент трансформации. В усилителе применена отрицательная обратная связь. Напряжения обратной связи подается со вторичной обмотки выходного трансформатора на сетку первой лампы.

Первичная обмотка выходного трансформатора Tr_1 контрольного усилителя содержит 3 400 витков провода ПЭЛ-1 0,1 и имеет отвод от 1 700-го витка. Ее сопротивление постоянному току около 550 ом. Вторичная обмотка содержит 70 витков провода ПЭЛ-1 0,55 и имеет отвод от 49-го витка. Сердечник собран из пластин Ш-15; толщина набора 23 мм. Громкоговоритель типа «0,5ГД-5».

Обмотка дросселя Dr_1 содержит 8 000 витков провода ПЭЛ-1 0,1; отвод сделан от 4000-го витка. Сердечник дросселя выполнен из пластин Ш-15; толщина набора 20 мм.

Для питания оконечного усилителя используются самостоятельные батареи, размещенные в его ящике.

Выбор источников питания определяется теми же соображениями, что и для питания усилителя магнитофона.