

Усилитель

В. Смирнов В. Фурин

В статье приводится описание усилителя НЧ, который в сочетании с высококачественным акустическим агрегатом может быть использован в приемнике, телевизоре, магнитофоне или в комбинированной любительской установке, включающей эти элементы. Усилитель развивает мощность 12 *вт* при относительно малых нелинейных искажениях (0,8–1,2%) и входном напряжении 70 *мв*.

Частотная характеристика усилителя достаточно равномерна в диапазоне от 20–30 *гц* до 15–20 *кГц*. Наличие глубокой раздельной регулировки тембра позволяет в широких пределах корректировать частотную характеристику всего тракта в соответствии с характером передачи, акустическими свойствами помещения и т. п.

На входе усилителя (рис. 1) включен компенсированный регулятор громкости, благодаря чему форма частотной характеристики изменяется в зависимости от уровня сигнала (рис. 2): при малых уровнях громкости увеличивается подъем усиления на низших и высших звуковых частотах, что соответствует кривым равной громкости звучания. Первый каскад усилителя, выполненный на левой (по схеме) половине лампы 6Н2П (L_{1a}), охвачен обратной связью по напряжению (через цепь R_6, C_3), что устраняет возможность самовозбуждения на ультразвуковых частотах. Второй каскад работает на правой (по

схеме) триоде L_{1b} и является по существу широкодиапазонным регулятором тембра. Обычно регулировка тембра осуществляется с помощью пассивных частотно-зависимых RC-делителей напряжения. Недостатком таких регуляторов является то, что они увеличивают нелинейные искажения и затрудняют получение низкого уровня фона и шумов. Более совершенными являются регуляторы, использующие свойства цепей с отрицательной обратной связью. Один из таких регуляторов и применен в описываемом усилителе.

Напряжение обратной связи подается с анода лампы L_{1b} на ее сетку через цепи регуляторов высших и низших частот. При среднем положении движка потенциометров R_{10} и R_{13} усиление каскада равно единице, а частотная характеристика линейна в широком диапазоне частот (рис. 3). Перемещение движков потенциометров изменяет глубину обратной связи на высших или низших частотах, причем во всех случаях каскад охвачен достаточно глубокой обратной связью. Преимуществом такого регуля-

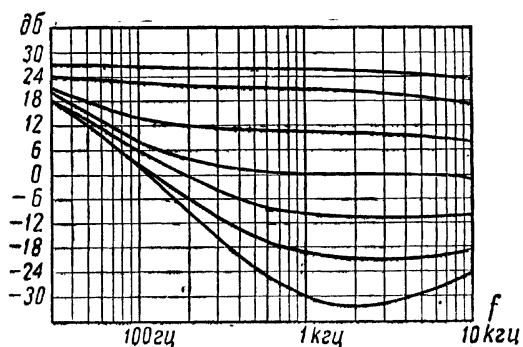


Рис. 2

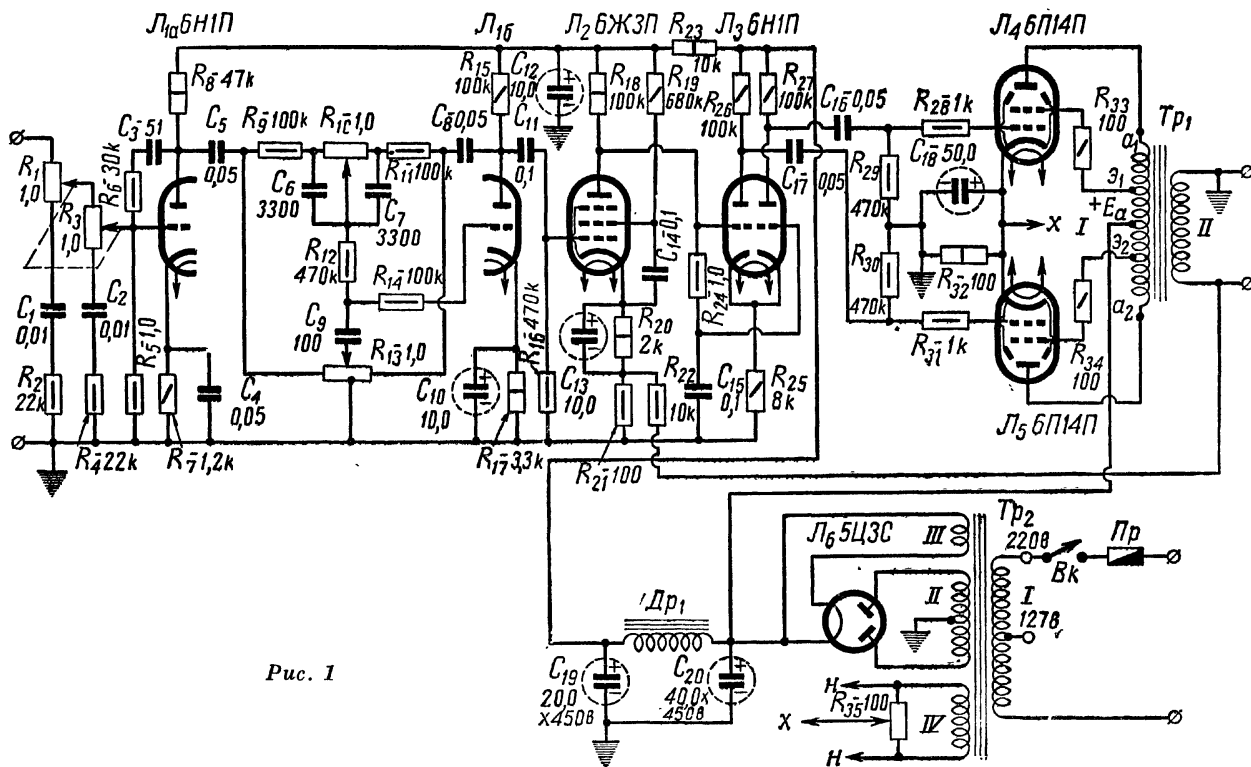


Рис. 1

тора является большая крутизна срезов частотной характеристики и практическая независимость регулировки в области высших и низших частот.

Как видно из графиков, диапазон регулировок составляет на частоте $20 \text{ кГц} \pm 18 \text{ дБ}$ и на частоте $10 \text{ кГц} \pm 15 \text{ дБ}$. Регулировка частотной характеристики усилителя в области низших частот осуществляется потенциометром R_{10} , а в области высших частот — потенциометром R_{13} . Оба эти потенциометра должны иметь характеристику типа А (линейную). Переменное сопротивление с отводом от средней точки (R_{13}) можно изготовить из обычного потенциометра (см. журнал «Радио» № 2 за 1950 год, стр. 36).

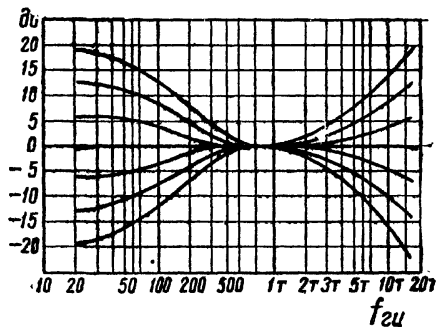


Рис. 3

В крайнем случае, вместо того, чтобы делать отвод, можно параллельно потенциометру R_{13} подключить два последовательно соединенных постоянных сопротивления по одному мегому каждое. Точку соединения сопротивлений следует заземлить аналогично отводу потенциометра R_{13} .

Третий каскад усиления, выполненный на пентоде БЖЗП (L_2), дает большое усиление по напряжению, что позволяет ввести несколько цепей достаточно глубокой отрицательной обратной связи. Связь между третьим каскадом и фазоинвертором осуществляется без переходного конденсатора, благодаря чему уменьшаются дополнительные фазовые сдвиги, нарушающие симметрию выходного каскада. Для того чтобы получить необходимое отрицательное смещение на сетке лампы фазоинвертора, сопротивление R_{25} выбирается таким, чтобы потенциал катода L_3 был выше потенциала анода L_2 .

На экранирующие сетки ламп выходного каскада (L_4, L_5) подается не только постоянное, но и переменное напряжение, снимаемое с части витков первичной обмотки выходного трансформатора. Анодный ток ламп поэтому изменяется под действием как переменного напряжения на первой сетке, так и переменного напряжения на экранирующей сетке. Поскольку оба эти напряжения находятся в противофазе, то выходной каскад оказывается охваченным отрицательной обратной связью, глубина которой определяется точкой подключения экранирующей сетки к первичной обмотке трансформатора. При таком включении параметры лучевого тетрода занимают промежуточное положение между параметрами триода и пентода: лампа обладает малым внутренним сопротивлением и развивает большую мощность при сравнительно небольшом напряжении возбуждения.

Выбором точки подключения экранирующей сетки к первичной обмотке выходного трансформатора можно в сильной степени изменять параметры лампы, а также добиваться снижения нелинейных и интермодуляционных искажений. Для лампы 6П14П наименьшие искажения получаются тогда, когда между каждой экранирующей сеткой и соответствующим анодом включено 25% витков одного плеча первичной обмотки выходного трансформатора.

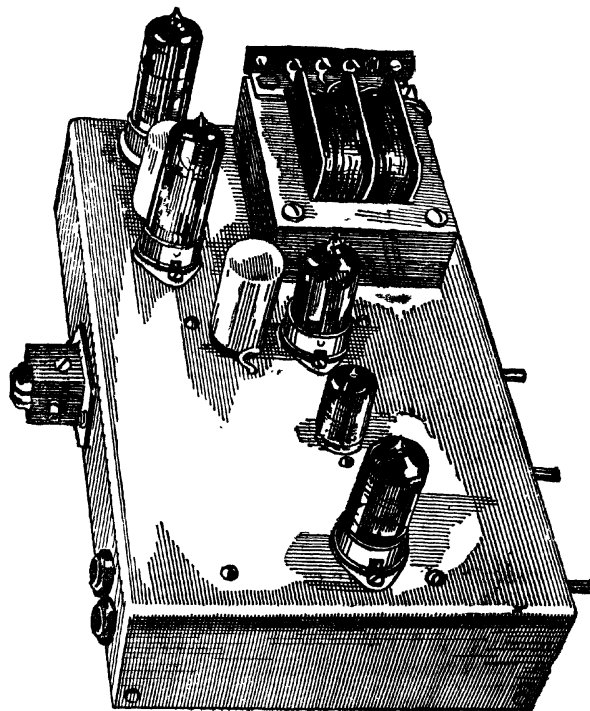


Рис. 4

тора. Следует отметить, что по сравнению с обычным усилителем с обратной связью при триодно-пентодном включении ламп повышается устойчивость каскада, в результате чего отпадает необходимость в дополнительных элементах для подавления самовозбуждения на крайних частотах диапазона.

Кроме указанных выше цепей обратной связи, имеется еще одна: со вторичной обмотки выходного трансформатора напряжение подается на катод лампы L_5 . Глубина этой связи регулируется подбором сопротивления R_{22} и составляет примерно 25 дБ.

Применение глубокой отрицательной обратной связи в усилителе позволило снизить до — 60 дБ уровень шумов и фона переменного тока. С целью уменьшения фона заземление обмотки накала ламп осуществляется с помощью потенциометра R_{35} .

Усилитель собран на шасси размерами $210 \times 150 \times 50 \text{ мм}$, которое может быть выполнено из листового дюралюминия или стали толщиной 2 мм. Выпрямитель монтируется на отдельном небольшом шасси. Внешний вид собранного усилителя показан на рис. 4. Большинство постоянных сопротивлений и конденсаторов смонтировано на гетинаксовых платах, расположенных в подвале шасси (рис. 5).

Возможна также другая компоновка усилителя: лампа L_1 вместе с относящимися к ней деталями монтируется в небольшом выносном усилителе, в котором и осуществляются регулировки тембра и громкости, а выпрямитель и остальные каскады усилителя выполняются на общем шасси. Соединение между выносным усилителем и оконечным блоком осуществляется с помощью гибкого экранированного четырехжильного провода, длина которого может достигать 5 м. Одним из наиболее ответственных узлов усилителя является выходной трансформатор и поэтому его следует выполнить особенно тщательно. Трансформатор собран на сердечнике из пластин Ш-25 при толщине пакета 40 мм. Обмотка I содержит 4000 вит-

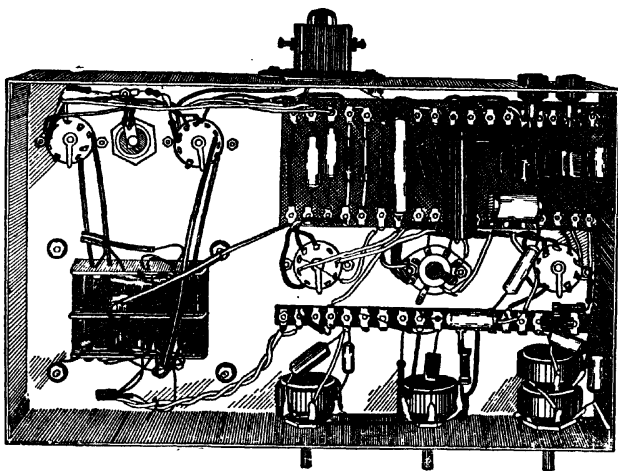


Рис. 5

ков провода ПЭЛ 0,18 с отводом от середины. Каждый из отводов на экранирующие сетки делается от 400-го витка, считая от средней точки. Обмотка II содержит 100 витков провода ПЭЛ 1,0.

Для уменьшения индуктивности рассеивания обмотку II разделяют на три части, а обмотку I на две части. Расположение отдельных частей обмоток на каркасе трансформатора показано на рис. 7. Вторичная обмотка рас-

считана на присоединение громкоговорителей сопротивлений 3,5 ом. Следует отметить, что глубокая отрицательная обратная связь делает усилитель мало критичным к сопротивлению нагрузки.

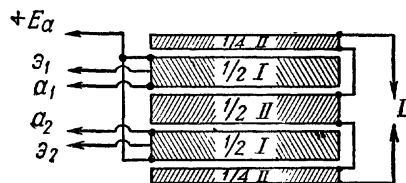


Рис. 6

Дроссель фильтра Dp_1 собран на сердечнике из пластин Ш-18 при толщине набора 20 мм с зазором 0,12 мм и обмоткой из провода ПЭЛ 0,18, намотанного до заполнения каркаса. Силовой трансформатор выполнен на сердечнике из пластин Ш-25, толщина пакета 70 мм. Сетевая обмотка имеет 700 витков провода ПЭЛ 0,55 с отводом от 350-го и 400-го витков. Повышающая обмотка содержит 2×950 витков провода ПЭЛ 0,22, обмотка накала ламп — 20 витков провода ПЭЛ 1,0, обмотка накала кенотрона — 16 витков провода ПЭЛ 0,8.

Усилитель можно питать и от другого выпрямителя, на выходе которого можно получить напряжение 300 в при токе 90 ма и необходимое напряжение для накала ламп (6,3 в, 2,7 а) и кенотрона. Настройка усилителя сводится в основном к подбору режима ламп и сопротивления R_{22} .

(Окончание со стр. 25)

ника можно попробовать уменьшить число витков катушки L_5 .

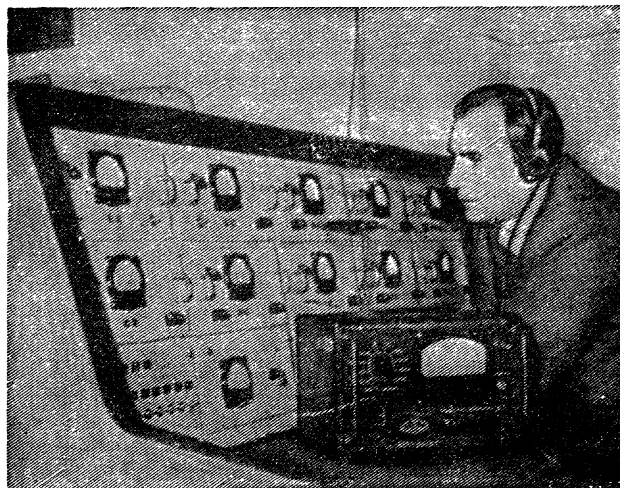
При налаживании целесообразно подобрать величину сопротивлений R_8 , R_{11} и R_{14} , временно заменив их обычными потенциометрами на 5—10 ком. При этом следует иметь в виду, что увеличение указанных сопротивлений (до известного предела) увеличивает громкость, однако при этом заметно растет потребляемый ток. Можно так подобрать величину R_8 , R_{11} и R_{14} , что при удовлетворительной громкости приемник будет потреблять ток 5—6 м.

Начинающим любителям можно рекомендовать при постройке приемника первоначально изготовить его электрический макет. Проще всего сделать это следующим образом.

На куске плотного картона размерами примерно 140 × 200 мм нужно вычертить принципиальную схему (рис. 2). Затем, прокалывая картон шилом, следует укрепить на нем шины «+» и «-» — предварительно залуженные провода, соединенные с батареей. Установив жестяные скобки в местах соединения этих проводов и деталей, можно легко осуществить монтаж и налаживание приемника. На изготовление макета затрачивается очень мало времени, он весьма нагляден и позволяет легко ознакомиться со свойствами будущего приемника.

Налаживание приемника удобно производить при работе его на динамический громкоговоритель малой мощности, например 1ГД9, с каким-либо выходным трансформатором, например от приемников «АРЗ», «Москвич» и др.

Ленинград



На рижском заводе «ВЭФ» разработана аппаратура для трансляции речей на пяти языках. Эта аппаратура, рассчитанная на 10 точек, может применяться при демонстрации иностранных звуковых кинофильмов, а также во время эстрадных концертов и телевизионных передач. На снимке: главный конструктор разработки В. Атварс за настройкой центрального пульта управления

Фото Л. Пантуса
(Фотохроника ТАСС)