



КАЧЕСТВО ЗВУЧАНИЯ ПРИ МАЛЫХ УРОВНЯХ ГРОМКОСТИ

И. АКУЛИНИЧЕВ

При малых уровнях громкости наш орган слуха не только более полно и тонко воспринимает сложную звуковую композицию музыкального произведения, но и значительно острее реагирует на искажения, шумы и помехи, создаваемые звуковоспроизводящим трактом. Однако качественные показатели звуковоспроизводящей аппаратуры нормируются, как известно, при номинальной выходной мощности (а она в последние годы нередко достигает десятков ватт), хотя специфические искажения, свойственные окопечным каскадам усилителей, работающим в классе В, также как и помехи различного происхождения, наиболее заметны именно при малых уровнях выходного сигнала. Иными словами, звуковоспроизводящие устройства с большой выходной мощностью часто не способны обеспечить высококачественное звучание при малой громкости. Этим объясняется тот интерес, который радиолюбители, конструирующие высококачественную бытовую аппаратуру, проявляют в настоящее время к поиску технических средств и решений, обеспечивающих минимальные нелинейные искажения сигнала, шумы и помехи во всем звуковом диапазоне частот при выходной мощности на один-два порядка меньше максимальной.

Принципиальная схема усилителя мощности, в значительной мере отвечающего этим требованиям, изображена на рис. 1. В усилителе применены нестандартные схемные решения, найденные с помощью векторного индикатора нелинейных искажений, описанного в «Радио», 1977, № 6, с. 42—44.

Усилитель не содержит элементов подстройки режима и при отсутствии ошибок в монтаже начинает работать сразу, даже при снижении напряжения питания вдвое. Как видно из схемы, на входе усилителя нет обычного для такого рода устройств дифференциального каскада: входной сигнал поступает на базу транзистора V4, куда через

коэффициент усиления усилителя уменьшается (по сравнению с максимальным) в 5...6 раз, чем и достигается уменьшение помех и искажений сигнала. Следует, однако, учесть, что такое уменьшение усиления получается только в том случае, если предыдущий каскад имеет низкое выходное сопротивление. Применение в первом каскаде (V4)

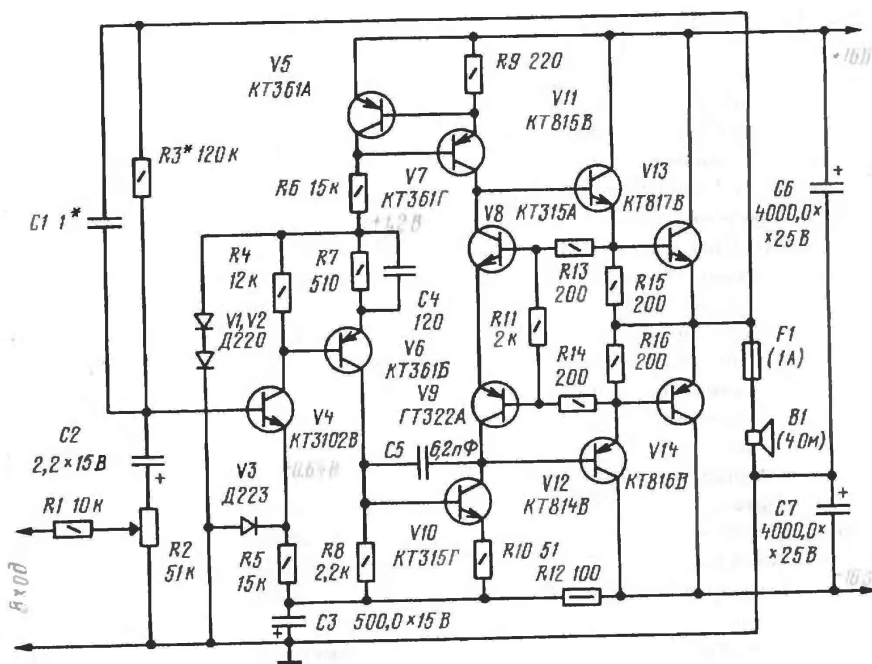


Рис. 1

Основные параметры усилителя

Номинальный диапазон частот, Гц	20...150 000
Номинальное входное напряжение, В, при выходной мощности 8 Вт	0,3
Коэффициент гармоник, %, при выходной мощности 0,2 и 8 Вт (на нагрузке 4,5 Ом) на частоте, Гц:	
1 000	0,01
20 000	0,03
Относительный уровень помех, дБ	-80

резистор R3 подается и сигнал отрицательной обратной связи (ООС) с выхода усилителя. Необычное включение регулятора громкости — переменного резистора R2 — обеспечивает согласованное изменение входного сигнала и глубины ООС. В результате при максимальной громкости коэффи-

циент усиления усилителя уменьшается (возможна замена на транзисторы KT342B, KT373B со статическим коэффициентом передачи тока $h_{213} = 400...600$) позволило уменьшить его коллекторный ток до 50...60 мкА, что обеспечило необходимую эффективность ООС через резистор сравнительно большого сопро-

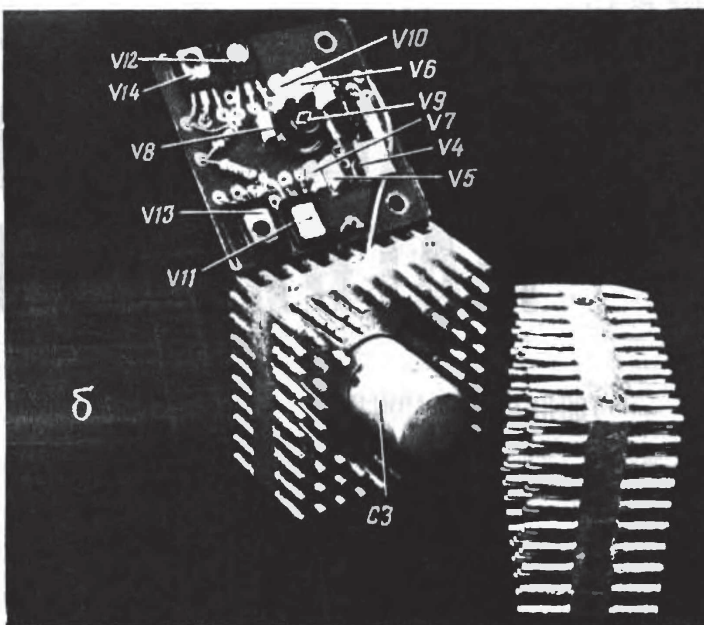
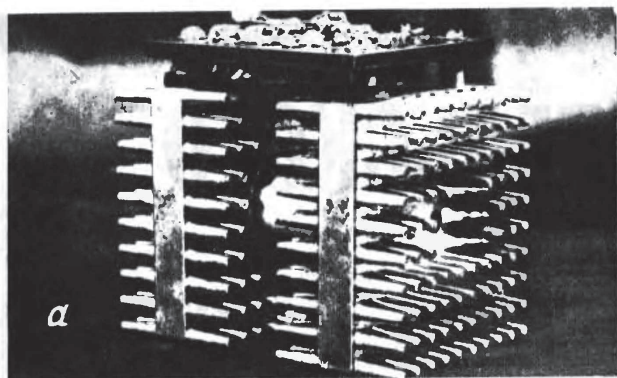


Рис. 2

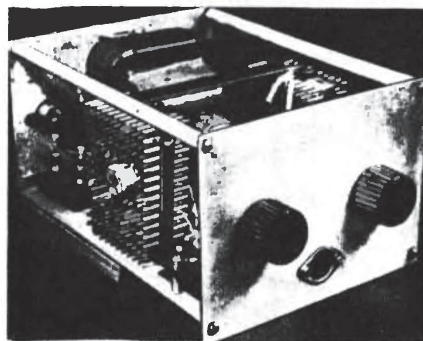
Рис. 3

тивления $R3$. Диоды $V1-V3$ фиксируют напряжение на эмиттерах транзисторов $V4, V6$ на уровнях, соответствующих автоматической балансировке усилителя. Перегрузка транзистора $V10$ по базе исключена благодаря ограничению максимальных эмиттерных токов транзисторов $V4$ и $V6$ резисторами $R5$ и $R6$. Для улучшения линейных свойств каскада на транзисторе $V10$ при предельных значениях коллекторного напряжения служит источник тока, выполненный на транзисторах $V5$ и $V7$.

Конденсаторы $C1$ и $C4$ создают частотную коррекцию усилителя по опережению, что в совокупности с небольшой емкостью конденсатора $C5$, определяющего частоту среза, значительно снижает динамические искажения. Фильтр $R1C3$ уменьшает пульсации в цепи питания первых трех каскадов усилителя.

Предоконечный и оконечный каскады собраны на комплементарных парах транзисторов $V11, V12$ и $V13, V14$ соответственно. Ток покоя оконечного каскада стабилизирует устройство, выполненное на транзисторах разной структуры $V8$ и $V9$, которое, к тому же, уменьшает искажения типа «ступенька» до практически незаметной величины даже при весьма малых токах покоя.

Поскольку коэффициент усиления необходимого (не охваченного ООС) усилителя до частот 300 кГц в данном случае примерно в 10 раз больше, чем у других устройств подобного назначения, монтаж усилителя необходимо выполнить с учетом требований, предъявляемых к монтажу высокочастотных устройств. Наилучшие результаты (по ослаблению помех частотой 100 Гц и устойчивости к самовозбуждению) дал монтаж с использованием двух точек общего провода. Одна из них выбрана вблизи от входного разъема и переменного резистора $R2$ и соединена с корпусом усилителя. Помимо выводов указанных деталей, к ней припаяны выводы диодов $V2, V3$, конденса-



тора $C3$ и провод, соединяющий ее с второй точкой — точкой соединения конденсаторов $C6$ и $C7$. К этой точке, непосредственно не соединенной с корпусом усилителя, подключен средний вывод вторичной обмотки трансформатора питания.

Конструктивно усилитель может быть выполнен, например, в виде компактного модуля (в собранном и разобранном виде такой модуль показан соответственно на рис. 2, а и б), состоящего из теплоотводов оконечных транзисторов и гетинаксовой монтажной платы размерами 50×47 мм, привинченной к ним винтами М3. Перед монтажом все детали усилителя необходимо проверить на исправность. Первое включение рекомендуется производить с резисторами сопротивлением 200 Ом в каждом проводе питания. О нормальной работе усилителя свидетельствует небольшое (10...15 мА) потребление тока и присутствие на выходе постоянного напряжения, не превышающего ± 30 мВ (если же оно больше, то необходимо подобрать резистор

$R3$). Самовозбуждение усилителя на высоких частотах устраняют подбором конденсатора $C1$.

Возможная конструкция стереофонического усилителя показана на рис. 3. Здесь на теплоотводах установлены только транзисторы выходных каскадов и конденсаторы $C3$, а все остальные детали смонтированы на одной гетинаксовой плате, закрепленной на шасси усилителя вблизи его передней панели. Для питания применен двуольный нестабилизированный выпрямитель на основе унифицированного трансформатора ТН46-127/220-50. Напряжение питания подведено к плате усилителя короткими проводами. Для ослабления щелчка при отключении питания и ослабления помех, проникающих из сети, первичная обмотка трансформатора шунтирована бумажным конденсатором емкостью 0,01 мкФ.

Стереофонический усилитель длительное время используется совместно с проигрывателем «Вега-106-стерео» и громкоговорителями 35АС-1. Из-за сложной системы фильтров и фазоинвертора, примененных в этих громкоговорителях, введение ООС по току не дало того эффекта, который был получен при работе с более простыми громкоговорителями 10МАС-1. Однако достигнутое уменьшение коэффициента гармоник и снижение относительного уровня помех делают перспективным использование в усилителе двухкомпонентной (по напряжению и току) обратной связи.

с. Архангельское
Московской обл.