

# Еще раз об усилителях мощности

## Усилитель на микросхеме TDA7250

Основные технические характеристики:

- | напряжение питания  $\pm 45$  В;
- | максимальная выходная мощность (с внешними транзисторами) –  $2 \times 100$  Вт;
- | выходная мощность — не менее 200 Вт (4 Ом), 100 Вт (8 Ом);
- | скорость нарастания выходного сигнала — не менее 20 В/мкс;
- | частота среза (при усилении 50) — не менее 100 кГц;
- | уровень шума, приведенный к входу, — менее 1 мкВ;

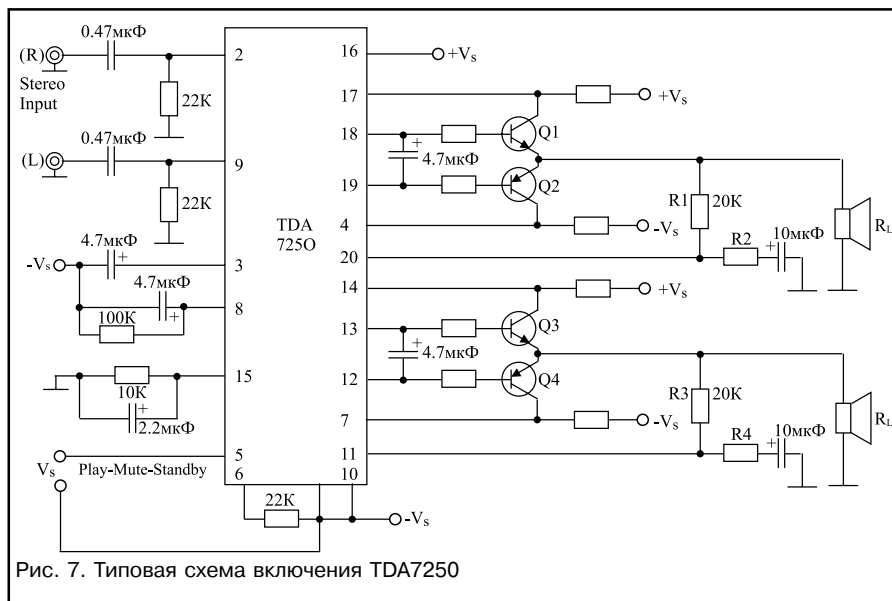


Рис. 7. Типовая схема включения TDA7250

- | скорость нарастания выходного сигнала – 10 В/мкс;
- | диапазон частот от 20 Гц до 20 кГц;
- | автоматическая регулировка тока покоя оконечного каскада;
- | наличие функций Mute/Standby;
- | уровень шума, приведенный к входу, – менее 2 мкВ;
- | коэффициент гармоник – 0,004% (1 кГц, 40 Вт);
- | защита от перегрузки по току.

Микросхема TDA7250 рассчитана на работу с внешними биполярными силовыми транзисторами, но при этом она имеет два канала усиления в одном корпусе (DIP20) и обеспечивает характеристики не хуже, чем TDA7294.

Типовая схема включения микросхемы TDA7250 приведена на рис. 7. В таблице 1 даны характеристики выводов усилителя и подключаемых к ним элементов. На рис. 8 показана зависимость суммарного коэффициента гармоник от выходной мощности при сопротивлении нагрузки 8 Ом.

## 3. Усилитель на дискретных элементах

Основные технические характеристики:

- | напряжение питания  $\pm 50$  В;

- | коэффициент гармоник — не более 0,01% (1 кГц, 5 Вт, 100 Вт);
- | коэффициент интермодуляционных искажений (частотно-разностных) — не более 0,05%;
- | уровень фазовых искажений (в полосе от 600 Гц до 4 кГц) – не более 0,2°;
- | ток покоя оконечного каскада – не более 10 мА.

Описанные выше интегральные микросхемы создают отличную возможность построения хорошего УМЗЧ при минимальных затратах и в минимальных габаритах. Дешевизна и небольшое количество внешних элементов позволяют даже не очень опытному радиолюбителю собрать усилитель, имеющий высокое качество воспроизведения.

Однако описанные усилители (как и подобные им) вряд ли можно отнести к аппаратуре высшего класса. Частотный диапазон от 20 Гц до 20 кГц является явно недостаточным для высококачественного оконечного каскада УМЗЧ. Ограничение частотного диапазона неизбежно приводит к фазовым запаздываниям и, как следствие, к интермодуляционным искажениям. Известно, что расширение диапазона воспроизводимых частот за пре-

делы звуковых частот необходимо, т. к. при этом уменьшается время переходных процессов, снижается уровень интермодуляционных искажений в слышимой области, что улучшает чистоту и прозрачность звучания. В результате специальных психоакустических исследований выявлено, что для правильного восприятия музыкального образа полоса пропускания усилителя мощности должна быть не менее 100 кГц, а время установления сигнала – не более 2 мкс. При этом полоса пропускания в тракте предварительного усилителя может быть ограничена на уровне звуковых частот.

В технических данных на интегральные УМЗЧ ничего не говорится также о фазовых и переходных искажениях. Напомним далее значение некоторых специальных терминов, касающихся усилителей мощности.

Фазовыми искажениями называют отклонение фазовой характеристики устройства от линейной функции. Вопрос о слышимости фазовых искажений долгое время дискутировался в специальной литературе. Многочисленные экспериментальные исследования позволили установить, что наибольшая чувствительность к фазовому сдвигу обнаруживается в полосе 0,6–4 кГц. Значения порогов слышимости зависят от разности частот и амплитуд составляющих сигнала и равны  $1 \dots 10^\circ$  на разных частотах.

Процесс нарастания (атака) и спада сигнала играет существенную роль в звучании музыкальных инструментов и голоса. Величина искажения этих процессов, называемых переходными, при воспроизведении реальных звуковых сигналов является важной характеристикой их качества. Для измерения переходных искажений используется широкий класс сигналов:

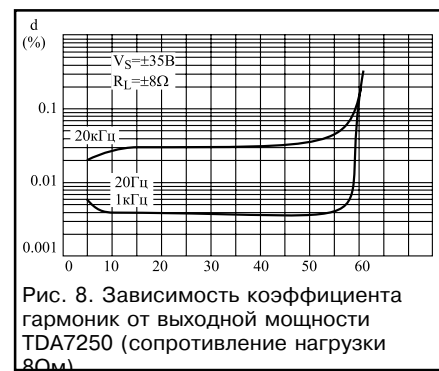


Рис. 8. Зависимость коэффициента гармоник от выходной мощности TDA7250 (сопротивление нагрузки 8 Ом)

ступенчатый, пакеты тональных сигналов, прямоугольные импульсы с синусоидальным заполнением и т. д. Наиболее распространенным параметром при оценке переходных искажений является величина времени установления переходного процесса.

Интермодуляционные искажения являются разновидностью нелинейных искажений. В соответствии с МЭК 268-5, это проявление амплитудной нелинейности в виде модуляционных продуктов, появляющихся при подаче сигнала, состоящего из тонов с частотами  $f_1$  и  $f_2$  (где  $f_1 < f_2/8$ ). Количественно интермодуляционные искажения определяются по спектральным компонентам с частотами  $f_2 \pm (n - 1) \cdot 4 f_1$ , где  $n = 2, 3$ , и т. д.

Разновидностью интермодуляционных искажений являются частотно-разностные искажения. Для их оценки на вход усилителя подаются две близкие частоты (обычно 1 и 3 кГц) и измеряются разностные составляющие (2 кГц). Оценка этих нелинейностей наиболее важна для УМЗЧ, т. к. данный вид искажений является самым неприятным для слушателей. Частотно-разностные искажения воспринимаются на слух как посторонние дребезжащие призвуки при одновременном звучании нескольких инструментов. Частотная область максимальной чувствительности слуха (и к искажениям в том числе) находится в пределах 1–2 кГц.

Хотя интермодуляционные искажения отражают то же свойство усилителя, что и гармонические искажения, они являются более информативными, чем гармонические. Двухтональный сигнал лучше аппроксимирует реальный многокомпонентный сигнал, чем однотоновый. Комбинационные тоны субъективно заметнее, т. к. продукты гармонических искажений могут маскироваться гармониками музыкальных инструментов; интермодуляционные и разностные искажения можно измерять в более широком диапазоне частот, чем гармонические.

Порог слышимости нелинейных искажений составляет около 0,1%. Заметность гармонических составляющих существенно зависит от их порядка: для гармонических искажений третьего порядка она примерно вдвое выше, чем второго; для пятого и других нечетных порядков – в 6–10 раз выше, чем второго и т. д. Ламповые усилители при коэффициенте нелинейных искажений около 10% часто звучат лучше транзисторных именно потому, что в них отсутствуют гармоники выше третьей.

**Андрей Колпаков,**  
kai@megachip.ru

*Окончание следует*