

О РЕГУЛИРОВАНИИ ГРОМКОСТИ В ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЙ РАДИОАППАРАТУРЕ

Н. ЗУБЧЕНКО

Как известно, существенной особенностью нашего слуха является неодинаковая чувствительность к звуковым колебаниям разных частот: на низших и высших частотах она меньше, чем на средних. Статистическими исследованиями на больших группах слушателей были найдены кривые зависимости интенсивности от частоты для равногромких чистых тонов, которые получили название кривых равной громкости [1, 2]. При регулировании громкости без учета этой особенности слуха естественное звучание получается только при больших уровнях акустического давления (когда громкость звучания близка к уровню громкости источника звука), при малых же уровнях оно нарушается (фонограмма кажется обедненной составляющими низших и высших частот).

Для предотвращения потери качества звучания при малой громкости в современных звуковоспроизводящих устройствах применяют так называемые тонкомпенсированные регуляторы громкости (ТКРГ), которые одновременно с изменением коэффициента передачи изменяют и АЧХ усилителя НЧ в соответствии с кривыми равной громкости.

К сожалению, многие радиолюбители недооценивают важности такого регулирования громкости, считая, что необходимую тонкомпенсацию можно создать регуляторами тембра. Однако это далеко не так. Если, например, принять за максимальный уровень громкости 80 дБ (средний уровень громкости, создаваемый оркестром), а за минимальный — 40 дБ (на 15...20 дБ выше уровня шумов жилого помещения), то в соответствии с кривыми равной громкости тонкомпенсация на частоте 30 Гц должна составлять не менее 30 дБ. Очевидно, что такую глубокую коррекцию невозможно получить только от регуляторов тембра, пределы регулирования которых обычно не превышают ± 20 дБ. Но даже если пределы регулирования тембра и достаточно, пользоваться усилителем НЧ без тонкомпенсированного регулятора довольно неудобно, ведь каждый раз, изменив громкость, надо правильно установить тембр звучания, а это — не просто, так как требует от слушателя определенной музыкальной культуры. Другими словами, во многих случаях слушатель вынужден довольствоваться лишь приблизительно верным звучанием того или иного музыкального произведения. Этим, по-видимому, объясняются предложения некоторых радиолюбителей-конструкторов исключить регуляторы тембра из высококачественного усилительного тракта, оставив в нем только тщательно рассчитанный ТКРГ [3]. Однако это, пожалуй, другая крайность. Во многих случаях регуляторы тембра все-таки необходимы (хотя бы как дополнение к ТКРГ), но на их ручках управления (или на панели усилителя)

обязательно должны быть отмечены положения (0 дБ), в которых они не влияют на АЧХ тракта. Это позволит регулировать громкость в соответствии с кривыми равной громкости.

Из сказанного следует, что ТКРГ должен быть в аппаратуре любого класса, а вот регуляторы тембра не всегда обязательны. В массовой радиоаппаратуре целесообразно вместо плавных регуляторов тембра применять переключатели фиксированных АЧХ, соответствующих верному воспроизведению речи и музыкальных произведений различных жанров. (Кстати, такие регуляторы — «тон-регистры» — в свое время использовались в бытовой радиоаппаратуре, но потом их почему-то перестали применять).

Однако применение ТКРГ еще не в полной мере решает проблемы высокой верности звуковоспроизведения. Дело в том, что для озвучивания помещений разного объема требуется разная мощность. Если, например, принять за максимальный уровень громкости 70 дБ, то ручку управления ТКРГ в большой и малой комнатах придется устанавливать в разные положения. В частности, в последней она окажется в положении меньшего усиления, чем в большой, и уровень низкочастотных составляющих будет поднят, хотя этого и не требуется для высококачественного звуковоспроизведения при такой громкости. И такое случается весьма часто. Номинальная выходная мощность современных любительских и промышленных усилителей НЧ достигает десятков ватт, а для озвучивания жилой комнаты площадью 20...25 м² с уровнем громкости 70 дБ достаточно единиц ватт.

Где же выход? По-видимому, одним из решений этой задачи может быть введение еще одного (частотнонезависимого) регулятора громкости, включенного не в начале усилительного тракта, как ТКРГ, а ближе к усилителю мощности. Его назначение — ограничить максимальный уровень громкости, а отсюда и его возможное название — регулятор максимальной громкости (РМГ).

При эксплуатации усилителя НЧ с двумя регуляторами вначале необходимо установить максимальный уровень громкости. Для этого ТКРГ переводят в положение, соответствующее наибольшему усилению, и при помощи РМГ устанавливают максимальную громкость для данного помещения. После такой подготовки громкость регулируют только ТКРГ. Это гарантирует значительно более высокую верность звучания, чем при регулировании громкости в усилителе с одним ТКРГ. Поскольку пользоваться РМГ придется не часто, его ось можно вывести на панель управления под шлиц.

г. Ленинград

ЛИТЕРАТУРА

1. Римский-Корсаков А. В. Электроакустика. — М., Связь, 1973.
2. Иофе В. К., Корольков В. Г., Сапожков М. А. Справочник по акустике. Под общ. ред. М. А. Сапожкова. — М., Связь, 1979.
3. Александрова Л. В. Бытовая радиоаппаратура. — Радио, 1979, № 9, с. 45—48.

ристик возникает явно выраженный максимум на частоте около 100 Гц. Нижняя граница воспроизводимых системой с ЭМОС частот определяется не столько акустическим оформлением громкоговорителя, сколько длиной свободного хода диффузора. Если для воспроизведения заданного сигнала эта длина недостаточна, система переходит в нелинейный режим работы. Кривые $P_{гр}$ (мощность, подводимая к громкоговорителю) и $a_{гр}$ (амплитуда колебаний ускорения диффузора) на рис. 4, б разделяют области линейного и нелинейного режимов работы системы. Как видно, на частотах ниже 40 Гц допустимая по условиям линейного режима мощность $P_{гр}$ становится меньше 5 Вт, резко падает и допустимая амплитуда колебаний ускорения $a_{гр}$, поэтому данная система может эффективно воспроизводить сигналы частотой не ниже 40...50 Гц.

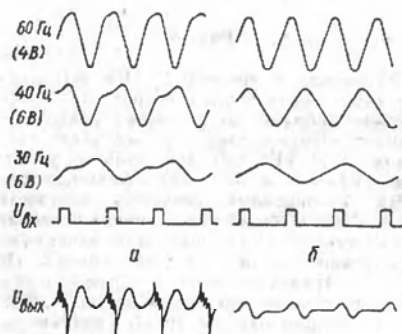


Рис. 5

Сравнение осциллограмм сигнала акселерометра при воспроизведении синусоидальных напряжений разной частоты электроакустической системой без ЭМОС (рис. 5, а) и с ЭМОС (рис. 5, б) показывает, что в последнем случае нелинейные искажения колебаний диффузора значительно меньше (в скобках под значениями частот указаны подводимые к головке напряжения).

Весьма благотворно воздействует ЭМОС на переходную характеристику электроакустического тракта. Это наглядно иллюстрируют осциллограммы, изображенные в нижней части рис. 5: если в системе с линейным усилителем (т. е. без ЭМОС) импульсы входного напряжения $U_{вх}$ возбуждают колебания диффузора с резонансной частотой подвижной системы головки (рис. 5, а), осциллограмма $U_{вых}$, то в тракте с ЭМОС выходной сигнал искажен значительно меньше (рис. 5, б).

Для дальнейшего улучшения качества звучания на низших частотах в системах с ЭМОС необходимо применять мощные низкочастотные головки с большим ходом диффузора.

г. Ташкент

ЛИТЕРАТУРА

1. Митрофанов Ю., Пикерсгилл А. Электроакустическая обратная связь в акустических системах. — Радио, 1970, № 5, с. 25, 26.
2. Эфрусс М. О воспроизведении низших звуковых частот. — Радио, 1974, № 7, с. 32, 33.
3. Салтыков О. ЭМОС или отрицательное выходное сопротивление? — Радио, 1981, № 1, с. 40—44.
4. Бесекерский В. А. Динамический синтез систем автоматического регулирования. М.: Наука, 1970.
5. Витенберг И. М. Программирование аналоговых вычислительных машин. М.: Машиностроение, 1972.