

С имеющейся в наличии измерительной аппаратурой объективно удалось оценить только скорость нарастания выходного напряжения УК. Для этого с функционального генератора на вход УК (при отключённом конденсаторе С5) был подан синусоидальный сигнал частотой 20 кГц до наступления ограничения сигнала на выходе ОУ DA2. Затем вместо синусоидального был подан импульсный сигнал (меандр) чуть меньшей амплитуды. Сигнал контролировался осциллографом на входе УК, выходе ОУ DA1 и выходе ОУ DA2. Форма сигнала на выходе ОУ DA1 практически соответствует форме входного, а на выходе ОУ DA2 сигнал имеет небольшой выброс. При уменьшении амплитуды входного сигнала в два раза выброс практически пропадает.

Субъективная оценка отношения сигнал/шум показала, что при заданном максимальном уровне громкости уровень шума едва заметен и намного ниже по сравнению с уровнем шума немой канавки грампластины.

Субъективная оценка качества звуковоспроизведения проводилась без эталонного УК. Результат меня порадовал: при прослушивании классической музыки отметил чистоту звучания во всём звуковом спектре. Используются следующие диски: Бах К. Ф. Э. Концерт для клавирина и струнного оркестра (С10-12417-8, Рижский завод грампластинок, 1978 г.), Рыбников А. "Юнона" и "Авось" (С60-18627-30, Ленинградский завод грампластинок, 1980 г.), Pink Floyd "Delicate Sound of

Thunder" Live (F60-00543-007, цифровая, Апрельский завод грампластинок, 1989 г.).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гурский А.** Предусилители-корректоры на полевых транзисторах. — Радио, 2010, № 9, с. 16—19.
2. **Лукьянов С.** О перегрузочной способности корректирующего усилителя. — Радио, 1985, № 10, с. 33—35.
3. **Алексенко А., Коломбет Е., Стародуб Г.** Применение прецизионных аналоговых микросхем. — М.: Радио и связь, 1985.
4. Снижение искажений интегральных ОУ. — Радио, 1985, № 6, с. 62.
5. **Муринов А.** Предусилитель-корректор. — Радио, 2008, № 2, с. 14—16.

Гибридный УМЗЧ

В. ГРИШИН, г. Владимир

Итак, для самостоятельного изготовления дросселей оригинальной конструкции, кроме двух магнитопроводов ШЛМ20×40 и каркасов для катушек, необходимо иметь ферромагнитный порошок, применяемый для заправки электромагнитных тормозных муфт, а также эпоксидную смолу с отвердителем.

В первую очередь изготавливают два каркаса для намотки двух дросселей с магнитопроводом броневой конструкции. Каркас может быть из изоляционного материала толщиной 1 мм, но с таким расчётом, чтобы после намотки его можно было удалить. Для удобства намотки нужно изготовить брусок сечением 20×40 мм из любой древесины твёрдой породы, плотно вставить в каркас. Ещё лучше, если в бруске сделать осевое отверстие, чтобы насаженный на него каркас вращать на зажатом в тисках металлическом стержне.

Перед намоткой на каркас с четырёх сторон на углах нужно уложить и зафиксировать каплями клея или липкой лентой отрезки прочных ниток для последующей фиксации обмотки после удаления каркаса. Намотку производят вручную, послойно "виток к витку", до заполнения окна. Выводы нужно оставить по длине достаточными для подключения непосредственно к выходным клеммам или разъёму усилителя.

Далее, не вынимая бруска из каркаса, обмотку с двух сторон рихтуют таким образом, чтобы обеспечивался зазор не менее 1 мм между обмоткой и магнитопроводом. Рихтованную обмотку связывают нитками в четырёх местах, главное — сохранить форму обмотки. Теперь брусок и каркас можно удалить. Затем обмотку погружают в пропиточный лак на 1...2 ч. После выемки и полного высыхания нити удаляют. Теперь обмотку следует обклеить со всех сторон тонкой липкой лентой и вставить в разрезной магнитопровод. При сборке необходимо обеспечить немагнитный

зазор, приготовив четыре полоски медной фольги толщиной 0,05 мм размера 9×38 мм, вложив их по одной между стыкуемыми частями магнитопровода.

Собранный магнитопровод стягивают хомутом из полоски жести или другим способом, обмотка должна свободно перемещаться на 1 мм в любом направлении. Теперь следует найти среднее положение обмотки и зафиксировать её двумя клиньями (заточенными спичками), которые вставляют между обмоткой и центральным стержнем магнитопровода по обе его стороны.

Далее следует изготовить или подобрать две подходящие коробки с жёсткими стенками из любого диэлектрического материала, который будет определять внешний вид дросселя. Он должен свободно размещаться в коробке, чтобы расстояние от обмотки до её стенок было не менее 5 мм. Верхняя крышка не обязательна.

Теперь нужно приготовить ферромагнитную пасту. Для этого понадобится прозрачная цилиндрическая ёмкость, лучше всего стеклянный или пластиковый стакан с клювиком для слива. Эпоксидную смолу следует налить в количестве, соответствующем объёму приготовленной коробки (за вычетом объёма дросселя), добавить требуемое количество отвердителя и перемешать. Медленно добавляя в смолу порошок, его рассыпают тонким слоем по всей поверхности чайной ложкой. Сквозь стекло видимая поверхностное натяжение жидкости, медленно опускаются на дно стакана. Как только порошок заполнит весь объём смолы и при последующем добавлении окажется над её поверхностью, закладку прекращают. Приготовленной для перемешивания палочкой осторожно раскидывают лишний порошок по поверхности, по возможности равномерно, и тщательно в течение пяти минут перемешивают полученную смесь.

Далее полученную пасту заливают в пустую коробку в таком количестве, чтобы покрыть дно слоем около 10 мм. Затем дроссель опускают на дно короб-

ки, устанавливая его на равном расстоянии от боковых стенок. Выводы обмотки должны выступать вертикально вверх. Во время выполнения этих операций нужно сохранять центровку обмотки. Тонкой струёй пасты заполнить объём, направляя её в один из углов коробки. При быстром заполнении между обмоткой и магнитопроводом останутся пузырьки воздуха, которые могут не выбраться оттуда до полимеризации смолы. Заливку можно прекратить, как только уровень пасты достигнет верхней кромки дросселя. С отверждением пасты дроссель готов к применению.

Желательно, чтобы к окончанию изготовления дросселя усилитель (или хотя бы выходной каскад) был уже собран. В этом случае дроссель подключают дополнительными проводами к выходной цепи мощного каскада и устанавливают ток покоя транзистора перед началом заливки коробки. Убедившись, что центровка обмотки при этом не сбилась, начинают заливку. Это позволяет использовать магнитное поле для более сильного стягивания магнитопровода и обмотки. При этом также возникает сила, втягивающая ферромагнитную пасту в окно между обмоткой и магнитопроводом, так как длина магнитной силовой линии по мере заполнения окна становится короче. Кроме того, эти же силы до полимеризации смолы увеличивают концентрацию частиц порошка в окне, т. е. повышают магнитную проницаемость пасты там, где это в первую очередь необходимо, за счёт втягивания частиц и вытеснения смолы.

Питание усилителя не следует включать до полного окончания полимеризации.

После установки готового дросселя в корпус усилителя и завершения монтажа следует вновь проконтролировать и, при необходимости, скорректировать ток покоя, который может измениться из-за удаления дополнительных проводов. Перед коррекцией тока покоя полезно поменять полярность включения дросселя. Это устранит возможное остаточное намагничивание частиц порошка за счёт фиксации их положения после полимеризации. Если заливка производилась без пропускания тока через обмотку, то полярность её включения значения не имеет. ■

Окончание.

Начало см. в "Радио", 2013, № 2