

## АС со сдвоенной головкой.

Акустические системы (АС) со сдвоенными головками [1] заинтересовали в свое время немало радиолобителей. Многие из них остановили свой выбор именно на таких АС и, судя по отзывам, довольны их звучанием. Интерес к сдвоенным головкам проявили и некоторые зарубежные фирмы. Например, в 1985 г. фирма "Jamo" рекламировала ряд новых АС, утверждая в рекламном проспекте [2], что их большая мощность и высокая верность воспроизведения при относительно небольших габаритах достигнуты благодаря применению сдвоенных головок. Однако отсутствие глубокого анализа и, главное, практических рекомендаций по конструированию АС с такими головками, а также появление в продаже современных низкочастотных компрессионных излучателей несколько снизили интерес радиолобителей к сдвоенным динамическим головкам. Исследования последних лет позволили выявить новые достоинства этого вида излучателей. Кстати, оказалось, что его оптимальная конструкция та, в которой головки обращены диффузорами одна к другой, поэтому в дальнейшем речь пойдет только об этом варианте. Основные достоинства сдвоенной головки (по сравнению с одиночной) — более гладкая АЧХ, меньшие нелинейные искажения и меньший требуемый объем ящика акустического оформления. АЧХ сглаживается благодаря взаимному демпфированию головок, из которых составлена сдвоенная [1]. Каждая одиночная головка в пределах допустимых отклонений имеет свою, обусловленную технологией производства, неравномерность АЧХ, поэтому частоты пиков и провалов на их АЧХ не совпадают. В сдвоенной головке часть этих пиков и провалов взаимно компенсируются.

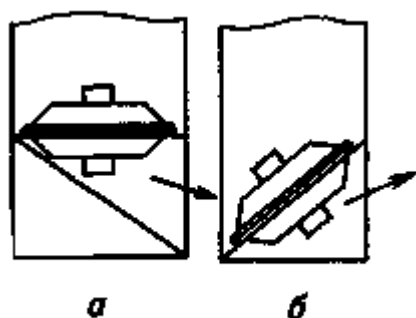


Рис. 1.

Нелинейные искажения уменьшаются из-за того, что сдвоенная головка (в отличие от одиночной) представляет собой симметричную электромеханоакустическую систему. По этой причине сопротивление воздушной среды с ее обеих сторон практически одинаково, обусловленное конструктивными особенностями и свойствами материала. Различия гибкости подвеса у головок некоторых типов при движении диффузора вперед и назад отсутствуют. Наконец, асимметрия распределения магнитной индукции в зазоре магнитной системы, отрицательно влияющая на уровень второй гармоники [3], в сдвоенной головке не проявляется.

Конечно, существуют и другие способы снижения нелинейных искажений АС. Для уменьшения четных гармоник шведская фирма "Audio-Pro", например, в низкочастотном блоке АС В4-2000 устанавливает две (из четырех) низкочастотные головки магнитными системами наружу [3]. Однако рассредоточение излучателей порождает интерференцию звуковых волн и сужает диаграмму направленности АС. Фирма "Jamo" нашла более совершенное решение. В низкочастотном звене она применила одну мощную сдвоенную головку, поместив ее на горизонтальной доске (см. рис. 1, а), под которой расположен рупор, направляющий звук в сторону слушателя и согласовывающий механическое сопротивление подвижной системы головки с воздушной средой [4]. Что же касается объема ящика, то он уменьшается благодаря тому, что результирующая гибкость подвеса сдвоенной головки по сравнению с одиночной снижается вдвое. Масса же подвижной системы сдвоенной головки возрастает во столько же раз, поэтому частота основного механического резонанса не изменяется.

Для сохранения расчетной резонансной частоты сдвоенной головки в акустическом оформлении требуется ящик объемом, вдвое меньшим, чем для одиночной головки того же типа, что видно из следующих соотношений [4]:  $f_y / f_r = \sqrt{c_r / c_y + 1}$ ;  $c_y = 1,14V / D^4_{эфф}$ , где:  $f_y$  и  $f_r$  - резонансные частоты головки соответственно в ящике и открытом воздушном пространстве,  $c_r$  и  $c_y$  — гибкость подвеса головки и воздуха в ящике,  $V$  — объем ящика,  $D^4_{эфф}$  — эффективный диаметр диффузора. Поскольку значение  $D^4_{эфф}$  сдвоенной головки такое же, как и одиночной, для выполнения приведенных соотношений при уменьшении гибкости  $c_r$  в 2 раза необходимо уменьшить гибкость  $c_y$ , а следовательно, и объем  $V$  во столько же раз (по сравнению с двумя головками, установленными отдельно, объем уменьшится в 4 раза).

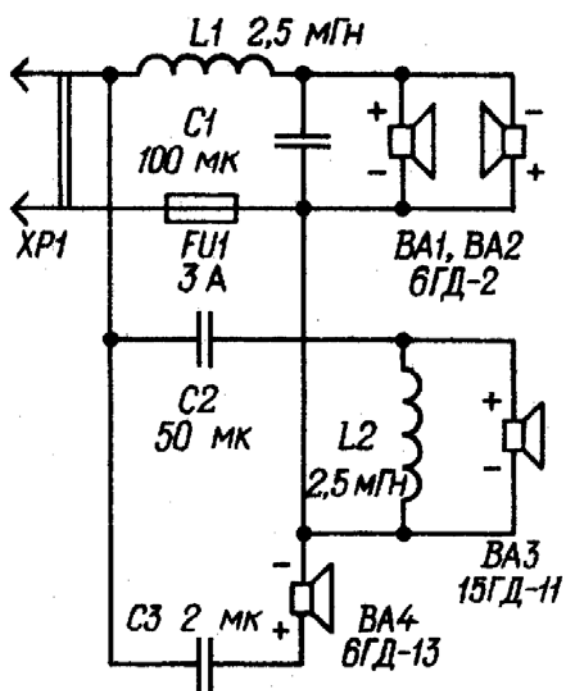
Казалось бы, увеличивая число головок, работающих на одно отверстие АС, можно еще в большей степени уменьшить ее габариты [5]. Однако на практике головки не удается сблизить настолько, чтобы их геометрические размеры не сказались на фазовых сдвигах звуковых волн, излучаемых крайними головками. В этом случае длина пути распространения звуковых волн от крайней внутренней головки до крайней наружной становится соизмеримой с длинами излучаемых волн, что в конечном счете приводит к вычитанию и искажению звуковых сигналов (вот почему нельзя сдвигать средне- и высокочастотные головки). Кроме того, снижение КПД в этом случае станет ощутимым.

Предлагаемая вниманию читателей АС представляет собой громкоговоритель-фазоинвертор с полезным внутренним объемом 50 л. В качестве низкочастотного излучателя применена сдвоенная головка, составленная из 6ГД-2, в качестве средне- и высокочастотного — соответственно 15ГД-11 и 6ГД-13. Сдвоенная головка установлена на наклонной доске (см. рис. 1, б), образующей вместе с боковыми и нижней стенками ящика рупор, который, по мнению автора, удачней направлен на слушателя, чем в АС фирмы "Jamo" (рис. 1, а). Кроме того, при таком расположении доски со сдвоенной головкой более рационально используется объем ящика, что позволило уменьшить габариты и массу АС.

### ***Основные технические характеристики АС:***

Номинальная мощность, Вт .....	12
Паспортная мощность, Вт, не менее .....	30
Номинальное электрическое сопротивление, Ом.....	4
Номинальный диапазон частот, Гц.....	30...18000

Благодаря применению высокоэффективных низкочастотных головок 6ГД-2 громкость звучания при сравнительно небольшой номинальной мощности (12 Вт) не уступает промышленным АС типа S-90 при подводимой к ним мощности 30 Вт. Что же касается качества звучания, то большинство слушателей отдает предпочтение описываемой ниже АС.



**Рис. 2**

— соответственно выпуклыми металлическими сетками 6 и 8 с кольцевыми декоративными обрамлениями 5 и 7. Рамка 1 согнута из полосы сечением 5X20 мм из алюминиевого сплава, прутья 2 диаметром 4 мм изготовлены из нержавеющей стали и вставлены на клею в отверстия, просверленные с шагом 20 мм в верхней и нижней сторонах рамки. Кольцевые обрамления отверстий под остальные головки, а также отверстия под туннель фазоинвертора согнуты из полосы сечением 5X10 мм из того же материала. Для крепления обрамления среднечастотной головки 5 предусмотрены четыре шпильки с резьбой М3, вставленные на клею в отверстия диаметром 3,2 и глубиной 7 мм, просверленные в торце кольца со стороны, обращенной к панели 4. До вырезания отверстия под головку 12 в передней стенке по наружному диаметру обрамления 5 с помощью кругореза с резцом [7] и стамеской необходимо выбрать канавку шириной 20 и глубиной 2...3 мм. При сборке вначале закрепляют головку 12, затем с помощью проволочных скобок или гвоздей — сетку 6 и, наконец, устанавливают на место обрамление 5, которое дополнительно прижимает сетку к панели 4. Обрамление 7 высокочастотной головки 16 закрепляют в проточке передней панели клеем. Для придания АС соответствующего вида наружные торцы рамки 1 и обрамлений 5, 7 и 9 необходимо отполировать до зеркального блеска, а их боковые поверхности (как внутренние, так и наружные) — окрасить черной краской. В такой же цвет следует окрасить металлические сетки 6 и 8, внутренние поверхности туннеля фазоинвертора, рупора сдвоенной головки и всю площадь круга под сеткой 6, диффузордержатель нижней головки 6ГД-2, обращенную к слушателю часть диффузордержателя головки 12 и головки крепящих ее винтов.

Принципиальная схема АС (за основу взят разделительный фильтр, описанный в [6]) изображена на рис. 2, конструкция показана на рис. 3. Ящик АС 3 изготовлен из древесностружечной плиты толщиной 20 мм, обклеенной бумагой, имитирующей ценные породы древесины. Сдвоенная головка 17 закреплена на доске 10, среднечастотная (12) и высокочастотная (16) головки — на передней стенке 4. Задняя стенка 15 — съемная. Среднечастотная головка изолирована от остального объема ящика боксом 13, изготовленным из фанеры толщиной 10 мм и закрепленным на стенке 4 с помощью уголков 11 и шурупов. Туннель фазоинвертора 14 внутренним диаметром 50 и длиной 100 мм склеен из четырех слоев электрокартона толщиной 0,5 мм. В отверстии передней стенки 4 он закреплен с помощью клея. Выходное отверстие рупора сдвоенной головки 17 закрыто решеткой (дет. 1, 2), отверстия напротив средне- и высокочастотной головок

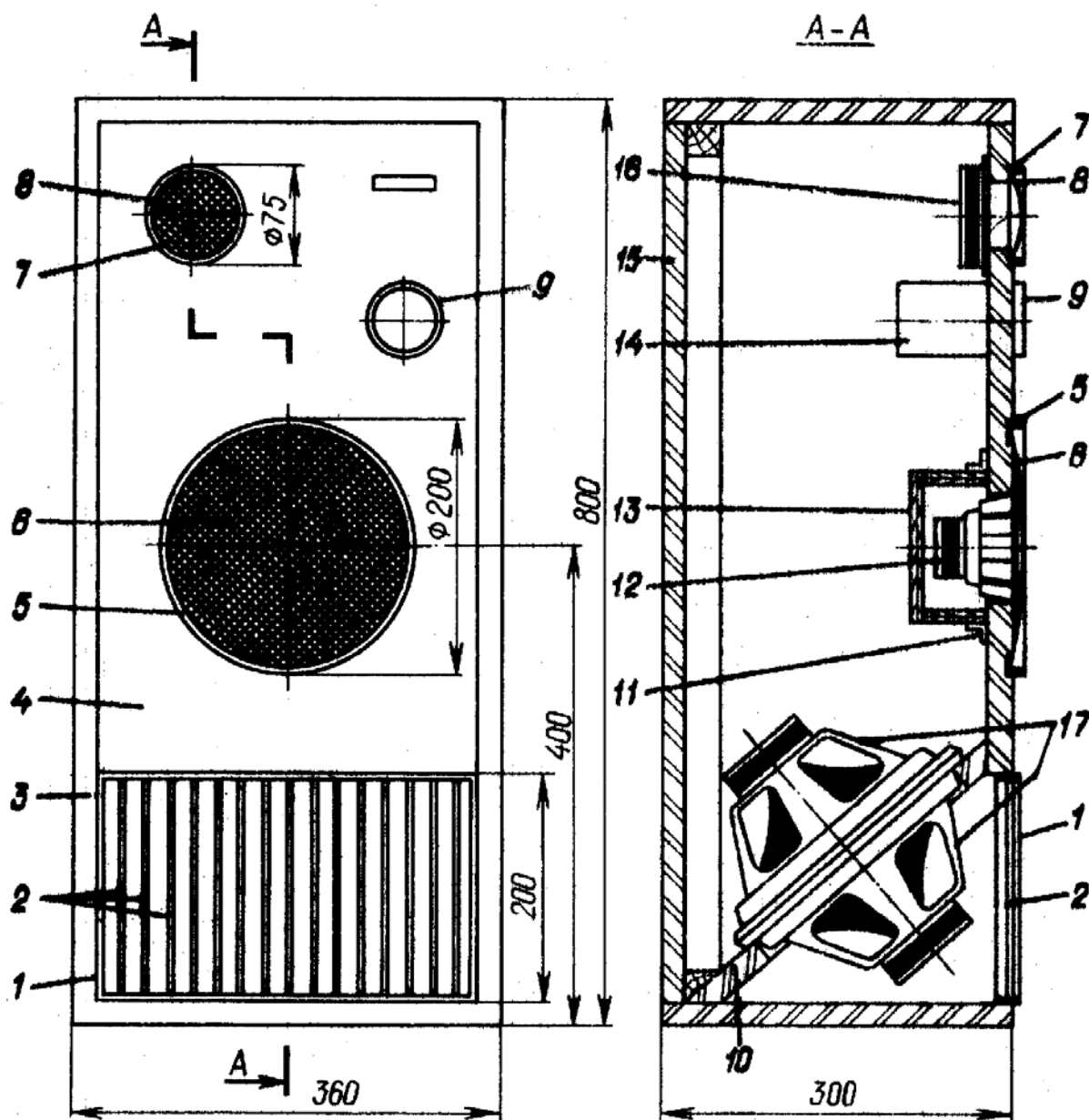


Рис. 3

Катушки L1 и L2 разделительного фильтра намотаны проводом ПЭВ-2 1,3 на каркасах диаметром 35 и длиной 100 мм. Каждая из них содержит примерно по 460 витков (шесть слоев по 75—76 витков). Конденсаторы С1—С3 — МБГП, МБГО и т. п. При монтаже АС следует обратить особое внимание на полярность подключения головок БГД-2, так как в случае ошибки возникнет акустическое короткое замыкание. Наружная головка — ВА1. Для улучшения демпфирования сдвоенной головки внутреннюю поверхность ящика АС можно обклеить или обить звукопоглощающим материалом. Возможна замена головок БГД-2 на 8ГД-1, 15ГД-11 — на 4ГД-8 или 5ГДШ-5-4, а БГД-13 — на 3ГД-2. Размеры ящика при такой замене сохраняются.

А. ЖУРЕНКОВ, г. Запорожье

Радио № 4, 1989 г.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Журенков А, Сдвоенные динамические головки.— Радио, 1979, № 5, с. 48.
2. Проспект фирмы "Jamo". Цюрих, 1985,
3. Алдошина И. А., Войшвилло А. Г, Высококачественные акустические системы и излучатели.— М : Радио и связь, 1985.
4. Эфрусси М. М. Громкоговорители и их применение. Изд. 2-е, перераб. и доп.— М.: Энергия, 1976.
5. Жбанов В. Пути уменьшения габаритов акустических систем.— Радио, 1987, № ?, с. 29—31.
6. Райкин Л. Сначала достаньте низкочастотные динамики.— Изобретатель и рационализатор, 1985, № 7, с. 40.
7. Райкин Л. И коловорот, и кругорез.— Изобретатель и рационализатор, 1986, № 2, с. 29.