

Рис. 3

в двухмембранных конденсаторных микрофонах.

Особую группу представляют остро-направленные микрофоны, которые применяются в случаях, когда нет возможности подойти близко к источнику полезного сигнала. Острая ХН в них реализуется несколькими различными способами.

“Биградиентными” или “бикардиоидными” (градиенты второго порядка) называют микрофоны, состоящие из двух идентичных, пространственно разнесенных и соосно расположенных капсулей с ХН “восьмерка” или “кардиоида”, включенных в противофазе. Диапазон частот таких приемников крайне ограничен.

Наиболее распространенными среди остронаправленных микрофонов являются микрофоны “бегущей волны” (интерференционные), состоящие из трубки с отверстиями или прорезями, на заднем торце которой расположен ненаправленный или однонаправленный микрофонный капсюль (рис. 3). Отверстия (прорези) в трубке закрыты тканью или пористым материалом, акустическое сопротивление которого возрастает по мере приближения к капсюлю. Обострение ХН достигается из-за интерференции парциальных звуковых волн, проходящих через отверстия трубки. При движении фронта звука параллельно оси трубки все парциальные волны приходят к подвижному элементу одновременно, в фазе. При распространении звука под углом к оси эти волны доходят до капсюля с различной задержкой, определяемой расстоянием от соответствующего отверстия до капсюля, при этом происходит частичная или полная компенсация давления, действующего на подвижный элемент. Заметное обострение ХН в таких микрофонах начинается с частоты, где длина трубки больше половины длины звуковой волны; с увеличением частоты ХН еще больше обостряется. Поэтому даже при значительной длине таких микро-

нов, которая может достигать метра и даже более, ХН на частотах ниже 150...200 Гц определяется только капсулем и обычно близка к кардиоиду или суперкардиоиду.

Третий, реально встречающийся тип остронаправленных микрофонов — рефлекторные. В этих микрофонах капсуль с ненаправленной или однонаправленной ХН помещается в фокусе параболического отражателя (рис. 4). При этом, благодаря свойствам параболы, звуковые волны после отражения концентрируются в фокусе параболы, в месте расположения подвижного элемента капсюля, причем достигают его в фазе. Звуковые волны, приходящие под углом к оси параболы, рассеиваются рефлектором, не попадая на микрофон. В рефлекторной системе ХН еще более зависима от частоты, чем в интерференционной, и изменяется от практически ненаправленной на низких частотах (при диаметре рефлектора меньше длины звуковой волны) до узкого лепестка на высоких частотах. ЧХЧ таких микрофонов имеет подъем в сторону высоких частот с крутизной порядка 6 дБ на октаву, который обычно компенсируется или электрическим путем, или специальной конструкцией капсюля.

#### На какие группы делятся микрофоны по типу преобразователя?

По типу электро-механического преобразователя микрофоны делятся на угольные, электромагнитные, пьезоэлектрические, электродинамические (динамические) и конденсаторные (электростатические).

В профессиональных микрофонах (за исключением микрофонов для связи и озвучивания в транспорте) обычно используются два последних типа преобразователя. Поэтому рассмотрим их подробнее.

Динамические микрофоны, в свою очередь, подразделяются на катушечные и ленточные. Схематически про-

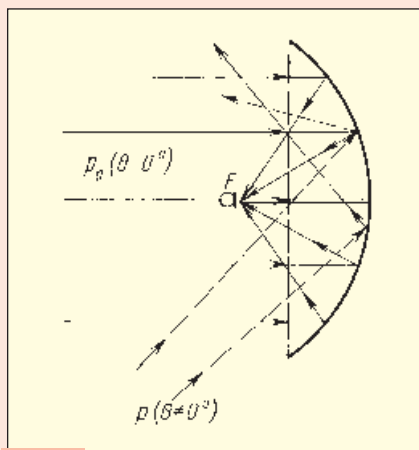


Рис. 4

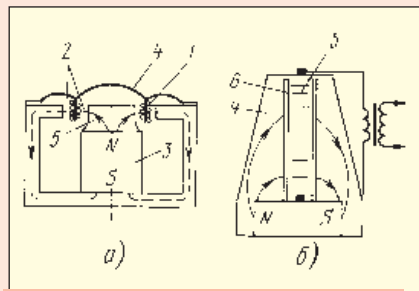


Рис. 5: а — динамический микрофон; б — ленточный микрофон; 1 — куполообразная диафрагма с гофрированным воротником; 2 — цилиндрическая катушка; 3 — магнит; 4 — магнитопровод; 5 — гофрированная ленточка из фольги; 6 — магнитный зазор

стейшее их устройство показано на рис. 5 (а и б соответственно). В первом варианте цилиндрическую бескаркасную катушку (как правило, двух- и, реже, четырехслойную) помещают в кольцевой зазор магнитной цепи, в котором создается равномерное магнитное поле радиального направления. Катушка приклеена к куполообразной диафрагме с гофрированным воротником, выполняющим роль подвеса. Когда диафрагма (из полимерного материала) под действием звукового давления совершает колебания, провод катушки пересекает магнитное поле зазора (ширина которого обычно 0,4...0,6 мм) и в катушке индуцируется ЭДС. Постоянные магниты микрофонов изготавливают из специальных материалов с высокими остаточной индукцией и коэрцитивной силой. Величина активного сопротивления такой катушки в различных моделях обычно колеблется в пределах 20...600 Ом.

Как правило, с таким типом преобразователя делают микрофоны ненаправленные или с односторонней направленностью. В последнем случае в корпусе магнитной системы вскрывают отверстия, заклеиваемые шелком или другим пористым материалом, реализующим на втором входе активное акустическое сопротивление. Для расширения диапазона на сторону низких частот в таких микрофонах обычно применяют дополнительные замкнутые объемы, соединенные внутри с магнитом посредством трубок и отверстий разного сечения.

В качестве примера таких микрофонов из отечественных может служить ненаправленный микрофон МД-83, а также микрофоны МД-97 и МД-91 с односторонней направленностью — для систем звукоусиления речи, выпускаемые в настоящее время ООО “Микрофон-М” (С.-Петербург).

Для компенсации электромагнитных помех (фона переменного тока) в катушечных микрофонах последовательно со звуковой катушкой обычно включают антифонную катушку, наматываемую, как правило, на магнитную систему. Катушки включают таким образом, что наводимые на них фоновые напряжения, возбуждаемые в обеих катушках, взаимно компенсируются.

В ленточном преобразователе (рис. 5, б) в качестве подвижного элемента используется гофрированная (для обеспечения большей гибкости) металлическая (как правило, алюминиевая) ленточка толщиной несколько микронов, помещаемая в магнитное поле между полюсными наконечниками постоянного магнита, зазор между которыми обычно бывает порядка 1,5...2 мм. Ленточка служит одновременно и проводником тока, и подвижной системой преобразователя. С таким типом преобразователя обычно реализуется микрофон с “восьмерочной” ХН (в силу полной симметрии преобразователя), ненаправленные (с акустическим лабиринтом, закрывающим одну сторону ленточки), реже — односторонне направленные. Ленточка, в отличие от катушки, имеет чрезвычайно малое электрическое сопротивление порядка 0,1...0,3 Ом, а напряжение сигнала на ее выходе составляет всего 20...30 мкВ при давлении