

1 Па, соизмеримое с величиной напряжения электростатических помех в микрофонных кабелях. Поэтому напряжение, развиваемое ленточкой, предварительно увеличивают с помощью повышающего трансформатора, помещаемого в корпусе микрофона в экран из пермаллоя.

Звукооператоры отмечают особенность для ленточных микрофонов естественность, мягкость, прозрачность передачи тембра многих музыкальных инструментов, особенно струнных, тарелок. Это объясняется легкостью подвижного элемента — ленточки, а следовательно, и малыми переходными искажениями.

Также в динамических микрофонах теоретически можно использовать ортодинамический преобразователь, но пока он не нашел применения в серийно выпускаемых моделях микрофонов. Поэтому останавливаться на его конструкции здесь нет смысла.

Конденсаторные (электростатические) микрофоны (КМ) имеют два электрода — подвижный и неподвижный, образующие обкладки конденсатора (рис. 6). Подвижный электрод — мембрана из металлической фольги или полимерной металлизированной пленки толщиной несколько микрон. Под действием звукового давления она колеблется относительно неподвижного электрода, что приводит к изменению емкости капсуля (конденсатора) относительно состояния покоя. В КМ величина изменения емкости, а значит, и выходной электрический сигнал должны соответствовать звуковому давлению. Степень соответствия выходного напряжения звуковому давлению по амплитуде и частоте определяет ЧХЧ и динамический диапазон конкретного микрофона.

Неотъемлемой частью любого КМ является узел, согласующий электрический импеданс преобразователя с последующим усилительным устройством. Это электрическое звено КМ может быть высокочастотного и низкочастотного типов.

При высокочастотном типе преобразования капсуль КМ подключен к цепи контура генератора высокой частоты (порядка нескольких МГц). При этом получается частотная модуляция сигнала ВЧ, и лишь после демодуляции образуется сигнал звуковой частоты. Такое включение капсуля не требует поляри-

зующего напряжения, для него характерен низкий уровень собственных шумов микрофона. Однако высокочастотная схема в микрофоне не нашла широкого применения в основном из-за сложности стабилизации частоты и в промышленных моделях микрофонов звукового диапазона встречается редко.

В дальнейшем изложении принципов работы и разновидности КМ мы будем иметь в виду КМ с низкочастотным звеном, к которым относится большинство современных моделей КМ. В них преобразование звукового давления в электрический сигнал происходит при внешней или внутренней (электретной) поляризации.

КМ в системе с внешней поляризацией (рис. 6) образует из электродов плоский конденсатор емкостью 10...100 пФ с воздушным зазором 20...40 мкм, который через сопротивление порядка 0,5...2 Ом заряжается от источника внешнего напряжения U_H . При колебаниях мембраны под действием звукового давления или разности давлений величина заряда обкладок из-за большой постоянной времени RC-цепочки остается неизменной. Величина переменный составляющей напряжения, образующегося в результате колебаний мембраны и соответствующим изменением емкости, пропорциональна смещению мембраны.

Примерно двадцать лет назад за рубежом и у нас в стране начато промышленное производство электретных конденсаторных микрофонов, для которых не нужен внешний источник поляризующего напряжения; в них в качестве мембраны используется полимерная электретная пленка, металлизированная с внешней стороны. Эта пленка поляризуется одним из известных способов и обладает свойством длительное время сохранять постоянный поверхностный заряд. Таким образом, вместо внешнего используется внутренний источник. В остальном работа такого преобразователя принципиально ничем не отличается от обычного КМ.

В НИИРПА в начале 80-х годов был разработан ряд однонаправленных и ненаправленных конденсаторных микрофонов, но в настоящее время большинство из них по разным причинам снято с производства. В последнее время при разработке новых моделей микрофонов

электретный материал тем или иным способом наносят на неподвижный электрод, что позволяет применять в качестве мембраны более тонкие металлические и полимерные пленки, обладающие по сравнению с электретной пленкой существенно более высокими механическими параметрами. Это позволяет при той же чувствительности капсуля иметь более широкий номинальный диапазон частот направленного приема, расширенный как в сторону низких (за счет уменьшения толщины, а значит, изгибной жесткости мембраны), так и в сторону высоких (вследствие уменьшения массы мембраны) звуковых частот.

В качестве примера таких профессиональных микрофонов можно привести выпускаемые петербургскими предприятиями кардиоидный однонаправленный электретный микрофон МКЭ-13М ("Микрофон-М") и ненаправленный "петличный" МКЭ-400 ("Неватон"), не уступающие по своим характеристикам лучшим моделям зарубежных фирм (в том числе КМ с внешним источником напряжения) и пользующиеся популярностью в большей степени на студиях Западной Европы, чем России.

Упрощенно конструкция капсулей КМ представлена на рис. 7. Из рисунков видно, что одномембранный конденсаторный микрофон (small diaphragm) при соответствующем выборе конструктивных параметров может быть с односторонней направленностью (рис. 7, а), ненаправленным (в этом случае щель 7 должна быть закрыта), а также с двусторонней направленностью (рис. 7, б).

В двухмембранном микрофоне (ДКМ или large twin diaphragm) обе мембраны могут быть электрически активными (рис. 7, б). Не вдаваясь подробно в физические процессы, происходящих в ДКМ, с чем можно познакомиться в специальной литературе, можно сказать, что каждая половинка капсуля ДКМ представляет в акустико-механическом плане отдельный микрофон с кардиоидной характеристикой направленности, второй акустический вход которого осуществляется не через щель, как в одномембранном микрофоне, а через вторую (противоположную) мембрану, причем максимумы чувствительности этих микрофонов развернуты на 180°. Такой микрофон принято также называть акустически комбинированным. Помимо акустического в ДКМ реализуется и электрическое комбинирование.

Так, подав поляризующее напряжение на одну из мембран (активную), а вторую (пассивную) замкнув на неподвижный электрод, можно получить, при правильном выборе конструктивных параметров, микрофон с односторонней ХН, близкой к кардиоиде. При подаче на вторую мембрану равного по величине и знаку поляризующего напряжения получим ненаправленный микрофон. При подаче же на вторую мембрану равного по величине и противоположного по знаку поляризующего напряжения получим двустороннюю направленность ("восьмерку"). В промежуточных случаях при необходимости можно получить любую ХН (см. рис. 1).

В качестве примера таких микрофонов с переключаемой ХН можно привести С414В-ULS (AKG), U87i и U89i (Neumann), а также отечественный МК51 ("Неватон").

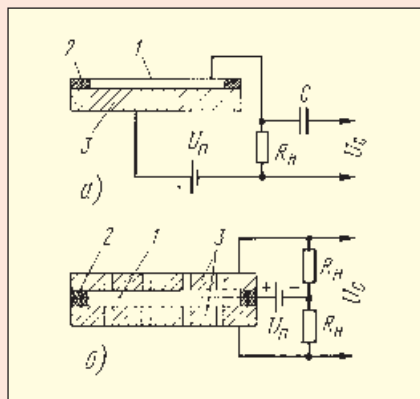


Рис. 6: а — ненаправленный микрофон; б — микрофон с двусторонней направленностью; 1 — металлизированная пленка; 2 — калиброванная изолирующая прокладка; 3 — неподвижный электрод

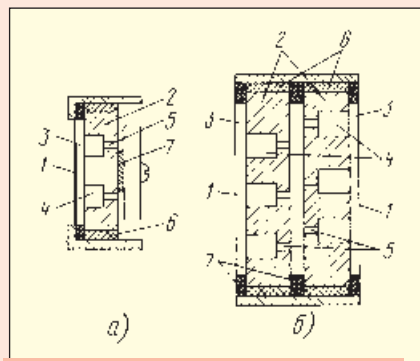


Рис. 7: а — одномембранный микрофон; б — двухмембранный микрофон; 1 — мембрана; 2 — неподвижный электрод; 3 — воздушный зазор; 4—5 — отверстия акустических каналов; 6 — изолирующее кольцо; 7 — калиброванные прокладки

(Окончание следует)