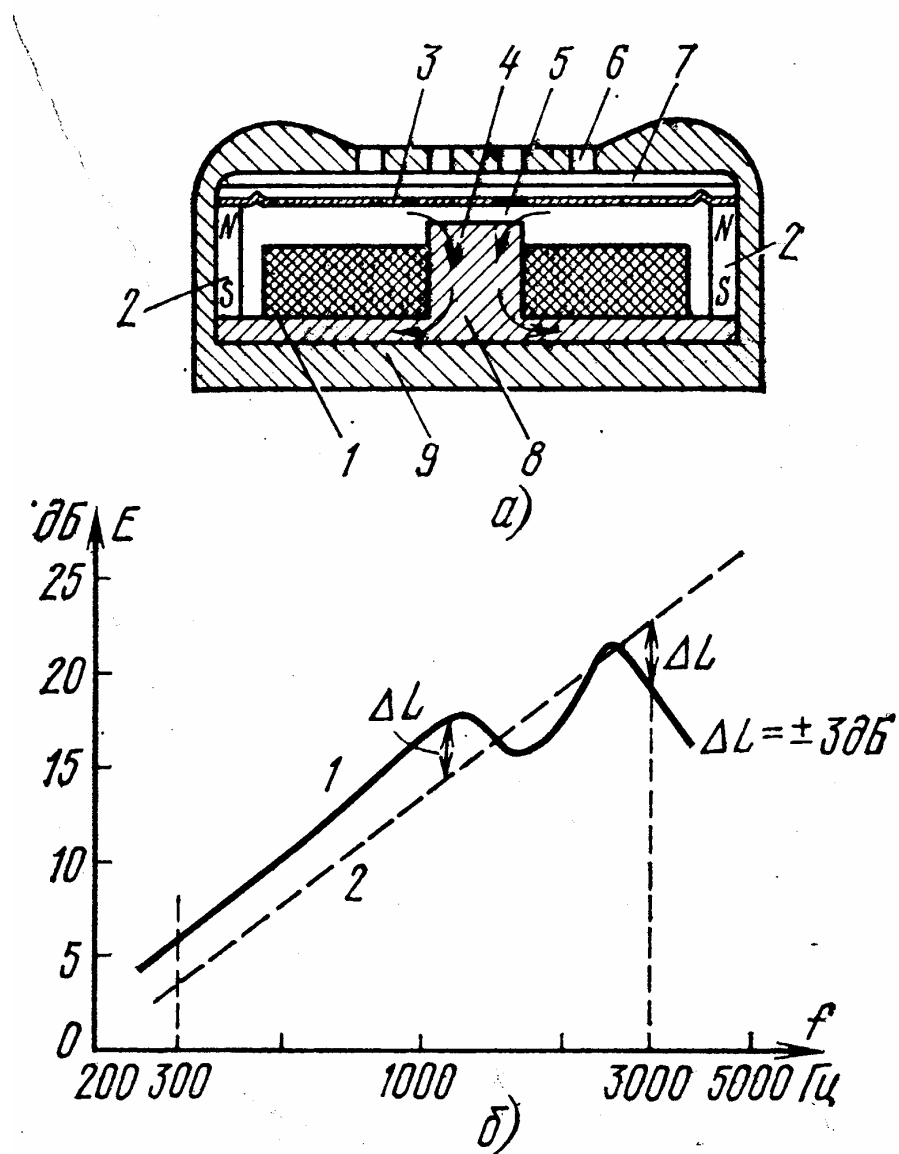


## Лекция №5

### Электромагнитные преобразователи

#### 5.1. Принцип действия

В катушке (1) возникает ЭДС при изменении магнитного потока, протекающего через сердечник катушки (8). Изменение магнитного потока получается вследствие изменения воздушного зазора (5) в магнитной цепи между диафрагмой (3) и полюсным наконечником керна (4). Зазор (5) -  $l$  - изменяется при колебании диафрагмы и модулирует магнитный поток, который создается постоянным магнитом (2) и проходит через сердечник катушки, полюсный наконечник, зазор и диафрагму.



Сердечник и диафрагма выполняются из мягкого магнитного материала (пермаллой, пермендюр и др.), постоянный магнит - из высококоэрцитивных сплавов  $Al$  и  $Ni$ .

Магнитный поток можно представить в виде

$$\Phi = \Phi_0 + \Phi_{\sim},$$

где  $\Phi_0$  - магнитный поток, создаваемый постоянным магнитом

$$\Phi_0 = 4\pi SAW(2l + l')^{-1},$$

где  $S$  - сечение магнитного потока;

$AW$  - магнитодвижущая сила магнита;

$l$  - зазор;

$l'$  - эквивалентная длина, соответствующая магнитному сопротивлению составляющих системы;

$\Phi_{\sim}$  - переменный магнитный поток, появляющийся вследствие изменения величины зазора;

$$\Phi_{\sim} = 4\pi Sni(2l + l');$$

где  $n$  - число витков обмотки;

$i$  - величина тока в обмотке.

Если якорь неподвижен, то действующая на него сила определяется только магнитным притяжением

$$F_{l=const, v=0} = (\Phi_0 + \Phi_{\sim})^2 / 8\pi S =$$

$$(\Phi_0^2 + 2\Phi_0\Phi_{\sim} + \Phi_{\sim}^2) / 8\pi S =$$

$$\underbrace{F_0}_{F_{const}} + \underbrace{2F_0ni/AW + F_0(ni)^2/(AW)^2}_{F_{\sim}}.$$

Переменная сила  $F_{\sim}$ , учитывая, что ампер-витки, создаваемые катушкой ( $ni$ ), много меньше магнитодвижущей силы ( $AW$ ), то третьим членом можно пренебречь., пропорциональна току:

$$F_{\sim, l=const, v=0} = 2F_0ni/AW = \left[ \Phi_0^2 n / 2\pi SAW \right] i.$$

Напряжение на зажимах разомкнутой обмотки

$$U|_{i=0} = -n \frac{d(\Delta \Phi)}{dt} = -n \left[ \Phi_0^2 / 2\pi SAW \right] v.$$

Тогда соотношение взаимности

$$\left. \frac{F}{i} \right|_{v=0} = \left. \frac{U}{v} \right|_{i=0} = \frac{n\Phi_0^2}{2\pi SAW} = M.$$

Выражая  $M$  через индукцию  $B_0$  и индуктивность катушки  $L_k$ , получим

$$M = \frac{nB_0 S}{l} = \frac{B_0 L_k}{l} - \text{коэффициент электромеханической}$$

связи.

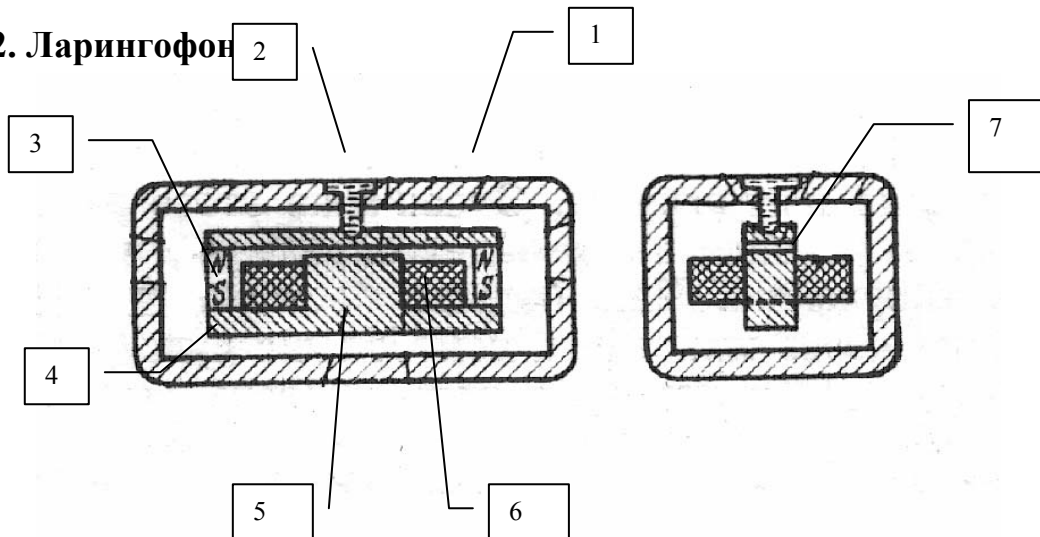
Характеристики электромагнитного микрофона изображены на рис. Микрофон нагружают на активное сопротивление, равное модулю его внутреннего сопротивления на частоте 1000 Гц. Поэтому характеристика равномерна (участок 1).

$$R_n = |z_i|_{1000 \text{ Гц}}.$$

Электрическая характеристика определяется индуктивностью катушек  $L_k$ . Для подъема характеристики на частотах  $> 1000$  гц используют механическую коррекцию: резонатор Гельмгольца (отверстие в амбушюре 6 и надмембранный объем 7) с резонансной частотой 2000 - 2200 Гц для коррекции частотной характеристики в диапазоне 2000 - 3500 Гц.

Рабочий диапазон частот  $\Delta f = 250 - 3000$  Гц. Неравномерность частотной характеристики  $\leq 4 \text{ дБ} / \text{октаву}$ . Уровень чувствительности  $-45 \text{ дБ}$ .

## 5.2. Ларингофон



Ларингофон - гортанный микрофон, предназначенный для приема речи через колебания тканей шеи, расположенных около гортани. Воспринимаются не акустические волны, а механические колебания стенок речевого тракта, вызываемые акустическими колебаниями при произнесении звуков.

Электромагнитный ларингофон вместо диафрагмы имеет плоскую прямоугольную пластинку (1), укрепленную в средней точке на корпусе (2) и прикрепленную к магнитной системе с обеих концов. Магнитная система состоит из двух плоских магнитов (3), фланца (4), керна (5) и пластинки (1). Между срезом керна и пластинкой имеется воздушный зазор (7). На керне находится катушка (6). Механическая система представляет собой массу (магнитная цепь + катушка) и гибкость (пластинка).

Механические колебания стенок гортани приводят в движение корпус ларингофона. По инерции масса колеблется в противофазе и зазор (7) изменяется в такт механическим колебаниям гортани. Изменение зазора влечет за собой изменение магнитного потока, в катушке наводится ЭДС. Эквивалентная схема механической части выглядит как

Скорость колебания стенок гортани при речи уменьшается обратно пропорционально квадрату частоты речи (70 - 7000 Гц). Поэтому напряжение на выходе ларингофона при постоянстве скорости колебаний должно увеличиваться с повышением частоты по квадратичному закону для обеспечения равномерной чувствительности. Резонансную частоту механической системы выбирают выше передаваемого диапазона частот.

Высокочастотные звуки передаются плохо, особенно шумовые, т. к. их уровень в колебаниях гортани сравним с уровнями шумов, возникающих в тканях человека из-за жизнедеятельности организма.

Ларингофоны обладают повышенной шумозащищенностью, могут работать в условиях шумов до 130 дБ.

Капсюль ларингофона заключен в закрытый корпус, располагаемый с передней стенки шеи около стенок гортани. Обычно используется два последовательно включенных ларингофонных капсюля, расположенных по обе стороны гортани.

