

бочей частотой. М. п. используются обычно в режиме резонансных колебаний сердечника, вне резонанса применяются иногда лишь датчики колебаний.

М. п., используемые в гидроакустике или УЗ-технике для излучения и приёма звука или в качестве датчиков колебаний, имеют чаще всего сердечники стержневого или кольцевого (цилиндрич.) типа (рис. 1). Стержневые сердечники совершают продольные колебания вдоль

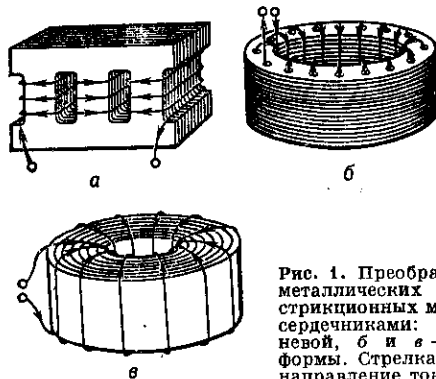


Рис. 1. Преобразователи из металлических магнито-стрикционных материалов с сердечниками: а — стержневой, б и в — кольцевой формы. Стрелками помечено направление тока в обмотке.

оси составляющих их двух или более стержней. Стержни объединяются т. н. накладками, к-рые обеспечивают замыкание магн. потока и непосредственно излучают (принимают) звуковые волны или колебания. При одностороннем излучении (приёме) со стороны неработающей поверхности создают экран — воздушную подушку (напр., с помощью пористой резины). Кольцевые М. п. в зависимости от расположения экрана излучают звук внутр. или наружной поверхностью. В первом случае М. п. может работать как фокусирующий; используется также резонанс внутр. полости, когда собственно излучателем является столб жидкости внутри цилиндра. Во втором случае осуществляется излучение во внеш. среду с равномерной азимутальной характеристикой направленности в плоскости, перпендикулярной оси. Сердечники из металлич. материалов для

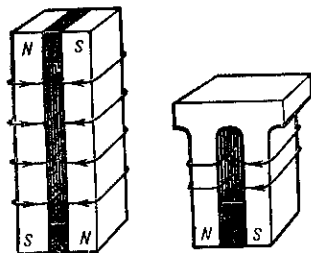


Рис. 2. Ферритовые преобразователи с вставленными в монолитный сердечник постоянными магнитами (зачернены).

уменьшения потерь на вихревые токи набирают из штампованных по их форме тонких (0,1—0,2 мм) пластин (рис. 1, а и б) или навивают из тонкой ленты (рис. 1, в). Сердечники излучателей и приёмников из ферритов используют монолитными ввиду большого электросопротивления этих материалов и обычно — с пост. магнитами (рис. 2).

Ферритовые сердечники в фильтрах, резонаторах и др. устройствах имеют форму колец, стержней, гантелей, трубок, причём широко используются как продольные (рис. 3, а), так и крутильные колебания. Крутильные колебания возбуждаются на основе Видемана эффекта: в трубке с пост. остаточной намагниченностью вдоль оси ток в тороидальной обмотке создаёт переменное циркулярное магн. поле (рис. 3, б) или при остаточной циркулярной намагниченности ток в соленоидальной, соосной с сердечником, обмотке создаёт осевое переменное поле (рис. 3, в).

Резонансные частоты f_0 сердечников в виде стержней пост. сечения или тонких трубок вычисляются по ф-лам $f_0 = (n/2l)\sqrt{E/\rho}$ для продольных и $f_0 = (n/2l)\sqrt{G/\rho}$ для крутильных колебаний, где n — номер гармоника,

l — длина стержня (трубки), E — модуль Юнга, G — модуль сдвига, ρ — плотность материала сердечника. Резонансная частота радиальных колебаний кольца или цилиндра со ср. радиусом r_0 приближённо определяется ф-лой $f_0 = (1/2\pi r_0)\sqrt{E/\rho}$. В зависимости от режима работы, обусловленного нагрузкой в электр. цепи М. п., в ф-лах для резонансных частот будут фигурировать модули упругости E^H и G^H (при пост. поле) или

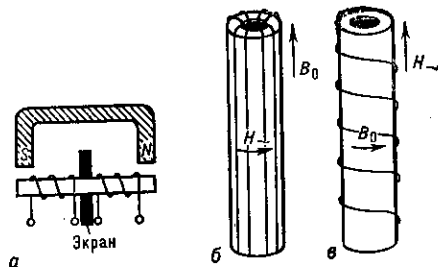


Рис. 3. Магнито-стрикционные резонаторы, работающие: а — на продольных, б и в — на крутильных колебаниях.

E^B и G^B (при пост. индукции), или же промежуточные между этими крайними величинами значения модулей.

Излучатели из металлич. материалов обладают электр. акустич. кпд 50%, из ферритов — до 70—80%. Интенсивность I излучения их на резонансной частоте определяется выражением

$$I = \frac{a^2 B_m^2}{r_n} \eta_{ма}^2 \psi,$$

где a — магнито-стрикц. постоянная, B_m — амплитуда переменной индукции, r_n — уд. механ. сопротивление акустич. нагрузки, $\eta_{ма}$ — механоакустич. кпд, ψ — безразмерная величина, зависящая от формы сердечника. Макс. интенсивность излучения М. п. при работе на значит. нагрузку (напр., при излучении в жидкости в отсутствие кавитации или в твёрдое тело) ограничивается нелинейностью свойств материала сердечника, обусловленной явлением магн. насыщения, и достигает десятков Вт/см² (у ферритовых излучателей — не более 10 Вт/см²). При работе с малой нагрузкой (напр., в составе УЗ-инструментов) ограничивающим фактором является механ. прочность материала. Амплитуда колебаний стержневых излучателей на частотах 20—40 МГц может достигать св. 10 мкм (у ферритовых — 2—3 мкм).

Высокая механ. прочность, отсутствие спец. требований к гидро- и электроизоляции сердечника — гл. достоинства М. п., определяющие в ряде случаев их преимущество перед пьезоэлектрич. преобразователями в диапазоне частот от сотен Гц до 100 кГц для целей гидроакустики и УЗ-техники. При использовании М. п. в устройствах акустоэлектроники осн. достоинством их является высокая механ. добротность, достигающая у ферритовых резонаторов величин $\sim 10^4$ [М. п. на основе феррита-граната иттрия (ИФГ) обладают добротностью до 10^7 в акустич. СВЧ-диапазоне]; при этом устройства на основе М. п. отличаются простотой изготовления и удобством схемных решений.

Лит.: Физическая акустика, под ред. У. Мэсона, пер. с англ., т. 1, ч. А, М., 1966; Г о л я м и н а И. П., Магнито-стрикционные излучатели из ферритов, в кн.: Физика и техника мощного ультразвука, кн. 1 — Источники мощного ультразвука, М., 1967; Ультразвуковые преобразователи, под ред. Е. Кикучи, пер. с англ., М., 1972; Г у т и н Л. Я., Избр. труды, Л., 1977.

И. С. Голымина.
МАГНИТОСТРИКЦИЯ (от лат. strictio — сжатие, натягивание), изменение формы и размеров тела при его намагничивании; открыто в железе Дж. П. Джоулем (J. P. Joule, 1842). Явление М. свойственно всем веществам как сильномагнитным (ферро-, ферри- и антиферромагнетикам), так и диа- и парамагнетикам, поскольку отражает взаимосвязь подис-