

30—40 °С достигает 1,5—2,0% (у сегнетовой соли до 46%), пьезомодуля и диэлектрич. проницаемости — 10—20%. Зависимость параметров пьезокерамики от вестороннего сжатия слаба, однако при действии одностороннего сжатия (10^8 Н/м²) вдоль оси спонтанной поляризации изменение (уменьшение) пьезомодулей может достигать 30—70%, а увеличение диэлектрич. проницаемости от 5 до 60%.

Кристаллы ниобата лития, танталата лития, германата свинца применяются в УЗ-технике в области СВЧ-диапазона (вплоть до ГГц) и в акустоэлектронике благодаря чрезвычайно малому затуханию в них акустич. волн, как объёмных и сдвиговых, так и поверхностных.

Они используются в акустооптике. Для пьезополупроводниковых преобразователей в линиях задержки и др. устройствах акустоэлектроники используются сульфид кадмия, оксид цинка, арсенид галлия и др. пьезополупроводники.

К пьезополимерам относят как поливинилиденфторид (ПВДФ) и сополимеры на его основе, так и пьезоэлектрич. композиционные материалы (пьезокомпозиаты). Материалы на основе ПВДФ выпускаются в виде плёнок толщиной от 10 мкм до 1 мм и более, металлизированных и поляризованных по толщине. Пьезокомпозиат может иметь структуру в виде пористого каркаса пьезокерамики, пропитанного полимером, или чаще в виде частиц пьезокерамики (порошка, тонких стерженьков), распределённых в полимере. П. м. на основе полимеров обладают высокой пьезоэлектрич. эффективностью, эластичностью и рядом технол. преимуществ.

Пьезоэффект в полимерах возникает в результате неоднородного распределения зарядов, при статич. электризации, полимеризации и др. (тип I), а также вследствие ориентации диполей в полярных полимерах при механич. деформировании (тип II), в биополимерах (тип III), при поляризации в электрич. поле (тип IV, электреты), в результате спонтанной поляризации в таких высокополярных поликристаллич. полимерах (тип V), как, напр., ПВДФ, полиамиды, сегнетоэлектрич. стёкла и др.

В полимерах типа I и II пьезоэлектрич. коэф. d обычно невелики [$d_{33} = (0,1—0,5) \cdot 10^{-12}$ Кл·Н⁻¹]; в материалах типа III и IV они достигают более высоких значений [до $d_{33} = (1—2) \cdot 10^{-12}$ Кл·Н⁻¹]; в материалах типа V — [до $d_{33} = 40 \cdot 10^{-12}$ Кл·Н⁻¹].

Среди пьезокомпозиатов наиб. распространены материалы на основе порошка титаната свинца, распределённого в полимере, из-за значит. величины объёмного пьезомодуля ($d_V = 30 \cdot 10^{-12}$ Кл/Н) при достаточно простой технологии изготовления.

Лит.: Матаушек И., Ультразвуковая техника, пер. с нем., М., 1962; Физическая акустика, под ред. У. Мэсона, пер. с англ., т. 1, ч. А, М., 1966; Смажеская Е. Г., Фельдман Н. Б., Пьезоэлектрическая керамика, пер. с англ., М., 1971; Ультразвуковые преобразователи, пер. с англ., М., 1972; Яффе Б., Кук У., Яффе Г., Пьезоэлектрическая керамика, пер. с англ., М., 1974; Newham R. E. и др., Connectivity and piezoelectric — pyroelectric composites, «Mat. Res. Bull.», 1978, v. 13, № 5, p. 525; Powers J. M., An emerging hydrophone technology, «IEEE Trans. Eas con's», 1979, v. 27 CH; Tin Y. R. Y., Evaluation of new piezoelectric composites for hydrophone, «Ferroelectrics», 1986, v. 67; Monroe D.-L., Blum J. B., Safari A., Sol-gel derived PbTiO₃ — polymer piezoelectric composites, «Ferroelectrics. Lett. section», 1986, v. 5, p. 39. Р. Е. Пасынков.

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ —

электромеханич. или электроакустический преобразователь, действие к-рого основано на пьезоэлектрич. эффекте (см. Пьезоэлектрики). Осн. часть П. п. состоит из отдельных или объединённых в группы, электрически и механически связанных друг с другом пьезоэлементов, т. е. изготовленных из пьезоэлектрика деталей простой геом. формы (стержень, пластинка, диск и т. п.) с нанесёнными на их поверхности электродами.

П. п. применяются в разл. областях техники (УЗ-технологии и дефектоскопии, гидролокации, радиовещании, виброметрии, акустоэлектронике) в качестве излучателей и приёмников УЗ, элементов гидроакусти-

ческих антенн, микрофонов и гидрофонов, пьезоэлектрич. трансформаторов, резонаторов, фильтров и др. Соответственно этому весьма широкий диапазон рабочих частот П. п. — от единиц Гц в сейсмич. исследованиях до ГГц в акустоэлектронике. В зависимости от назначения и диапазона рабочих частот в П. п. используются разл. пьезоэлектрики. Наиб. широкое распространение в УЗ-технике и гидроакустике получили П. п. из пьезокерамики, в акустоэлектронике — пьезоэлектрич. и пьезополупроводниковые монокристаллич. П. п. Пьезоэлектрич. преобразователи — излучатели, вибраторы, пьезорезонаторы — используются в узком диапазоне частот вблизи резонанса их механич. системы, а П. п. — приёмники — как на резонансе, так и в широком диапазоне частот вне резонанса. В зависимости от диапазона частот, назначения и условий работы применяются П. п. разл. типов. В области высоких частот (> 100 кГц) преим. используют П. п. в виде оболочек и пластин, совершающих колебания по толщине, на частотах выше 10 МГц и в диапазоне ГГц — спец. П. п. в виде тонких пластин или плёнок из пьезополупроводников, при резонансных рабочих частотах 40—100 кГц — стержни, совершающие продольные колебания. В качестве излучателей и приёмников звука часто применяют П. п. в виде пьезокерамич. цилиндров с использованием поперечного и продольного пьезоэффекта. В области частот ниже 5—10 кГц используют П. п. в виде биморфных пластин, совершающих поперечные изгибные или крутильные колебания. Свойства таких П. п. существенно зависят от условий закрепления пластин. П. п. в виде полых пьезокерамич. сфер применяются как широкополосные, ненаправленные гидрофоны. Используются также т. н. пьезокомпозиаты и пьезополимеры (гл. обр. для приёмников звука).

Расчёт П. п. имеет целью установить связь между величинами электрическими (напряжение на электродах U , ток через преобразователь I) и механическими (приложенная к механич. системе сила F , смещение ξ или колебат. скорость v_m). При расчётах П. п. может быть замещён эл.-механич. схемой, эквивалентной ему с точки зрения расчёта соотношения между электрич. и механич. (акустич.) величинами.

Кнд П. п. существенно зависит от величины сопротивления нагрузки r_n , на к-рую работает излучающий преобразователь, и от величин механического r_m и электрического R сопротивлений преобразователя. Кнд П. п. может достигать 40—70%. Макс. мощность, к-рую может развивать П. п., ограничивается величинами допустимых напряжённостей электрич. поля и механич. динамич. напряжений в П. п., а также его разогревом.

Лит.: Матаушек И., Ультразвуковая техника, пер. с нем., М., 1962; Физическая акустика, под ред. У. Мэсона, пер. с англ., т. 1, ч. А, М., 1966; Ультразвуковые преобразователи, пер. с англ., М., 1972; Гутин Л. Я., Избр. труды, Л., 1977; Справочник по гидроакустике, Л., 1982.

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РЕЗОНАТОР — пьезоэлектрический преобразователь с ярко выраженными резонансными свойствами вблизи собств. частот колебаний механич. системы (см. также Резонанс). Представление П. р. в виде эквивалентной схемы с сосредоточенными параметрами см. на рис. 1. При внеш.

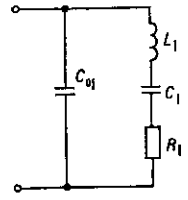


Рис. 1. Эквивалентная схема пьезоэлектрического резонатора.

возбуждающей частоте $f = f_p$ наступает механич. резонанс и ток в электрич. цепи П. р. достигает макс. значения. При повышении частоты до $f_a > f_p$, называе-