

Очевидно, что при этом изменения величины намагниченности подрешёток должны быть противоположными и их равенство будет нарушаться [6]. Из рис. 2 видно,

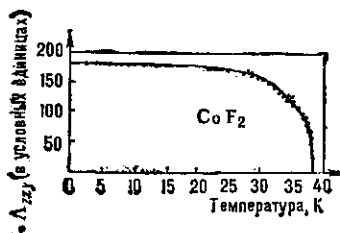


Рис. 2. Температурная зависимость модуля пьезомагнетизма $\Delta\chi_{xy}$ у CoF_2 (точки — данные эксперимента).

что температурная зависимость пьезомагн. модуля аналогична температурной зависимости намагниченности подрешёток.

П. существенно зависит от доменной структуры антиферромагнетика. 180-градусные домены отличаются знаком антиферромагн. вектора $L = M_1 - M_2$ (M_1 и M_2 — намагниченности подрешёток), а компоненты тензора П. линейно зависят от компонент вектора L . В многодоменном антиферромагн. образце П. может быть сильно ослаблен. Поэтому П. в чистом виде наблюдаются в однодоменных образцах. При перемагничивании однодоменного образца, обладающего пьезомагн. моментом, происходит переворот домена и соответственно векторы намагниченности подрешёток поворачиваются на 180°. Используя П., легко получать однодоменные антиферромагн. кристаллы, охлаждая их из парамагн. состояния в магн. поле при соответствующей деформации. Это было подтверждено методами нейтронографии.

П. наблюдался также в FeCO_3 и в низкотемпературной модификации $\alpha = \text{Fe}_2\text{O}_3$. Магн. симметрия обоих веществ одинакова, и в них наблюдаются следующие отличные от нуля компоненты тензора П.: $\Delta\chi_{xx} = -\Delta\chi_{yy} = -(\frac{1}{2})\Delta\chi_{zz}$ и $\Delta\chi_{xz} = \Delta\chi_{yz}$. Их величина примерно на порядок меньше, чем у CoF_2 . В высокотемпературной модификации $\alpha = \text{Fe}_2\text{O}_3$ удалось измерить только один модуль П. — $\Delta\chi_{yy}$, величина к-рого тоже на порядок меньше, чем у CoF_2 .

Из ф-лы (*) видно, что наряду с П. должен существовать обратный эффект — линейная магнитострикция, при к-рой компоненты тензора деформации u_{jk} линейно связаны с магн. полем: $u_{jk} = -\partial\Phi/\partial\sigma_{jk} = \Delta_{ijk}H_i$. Знак линейной магнитострикции, как и в случае П., зависит от знака вектора L , характеризующего образованное доменное состояние образца. Линейная магнитострикция наблюдалась в CoF_2 и $\alpha = \text{Fe}_2\text{O}_3$ (в обоих антиферромагн. модификациях). В ходе исследования линейной магнитострикции в этих веществах было обнаружено, что в сильных магн. полях знак магнитострикции может скачком измениться, что указывает на индуцированное полем скачкообразное изменение доменной структуры антиферромагнетика (поворот вектора антиферромагнетизма L на 180°).

Линейная магнитострикция наблюдалась также при спин-переориентац. переходах в ортоферритах (YFeO_3 и DyFeO_3) и ортохромитах (YCrO_3) (см. *Магнитный фазовый переход*). В этих соединениях в определ. интервале значений температуры направление антиферромагн. вектора L плавно изменяется от одного кристаллографич. направления к другому. При этом, как показывает симметричный анализ, должна наблюдаться линейная магнитострикция, приводящая к моноклинному искажению орторомбич. решётки. Направление вектора L антиферромагн. домена и в этом случае определяет знак магнитострикции. Линейная магнитострикция даёт значит. вклад в магнитоупругие свойства антиферромагнетиков вблизи *Нееля точки* T_N .

Симметричным аналогом линейной магнитострикции является эффект линейного по магн. полю магн. двулучепреломления. В отличие от обычного квадратичного

по полю *Коттона—Мутона эффекта*, линейное двулучепреломление наблюдается в одноосных антиферромагнетиках при приложении магн. поля вдоль оси антиферромагнетизма [7].

Лит.: 1) Voigt W., Lehrbuch der Kristallphysik, 2 Aufl., Lpz. — В., 1928; 2) Тавгер В. А., Зайцев В. М.: О магнитной симметрии кристаллов, «ЖЭТФ», 1956, т. 30, с. 564; 3) Biggs R. R., Symmetry and magnetism, Amst., 1964; 4) Дзялошинский И. Е., К вопросу о пьезомагнетизме, «ЖЭТФ», 1957, т. 33, с. 807; 5) Боровик-Романов А. С., Пьезомагнетизм в антиферромагнитных фторидах Kobальта и марганца, «ЖЭТФ», 1960, т. 38, с. 1088; 6) Moriya T., Piezomagnetism in CoF_2 , J. Phys. Chem. Solids, 1959, v. 11, p. 73; 7) Харченко Н. Ф., Еременко В. В., Белый Л. И., Индуцированное продольным магнитным полем понижение оптического класса антиферромагнитного кристалла, «Письма в ЖЭТФ», 1978, т. 28, с. 351.

ПЬЕЗОМЕТР (от греч. *piezo* — давлению и *metro* — измеряю) — прибор для определения изменения объёма вещества, находящегося под гидростатич. давлением (при практически пост. темп-ре). Конструкция П. определяется диапазоном применяемых давлений p и темп-р T , агрегатном состоянии вещества, его сжимаемостью. В разл. типах П. с изменением p может меняться либо объём V вещества, либо его масса m (при пост. V). Пьезометрич. измерения используют для получения данных о сжимаемости веществ, для исследования диаграмм состояния, фазовых переходов и др. физико-хим. процессов.

Для определения сжимаемости жидкостей и твёрдых тел при $p \sim 10^8 - 10^{10}$ Н/м² применяются П. плунжерного или поршневого типа [см. рис. 1 (а) в ст. *Давление высокое*]. В процессе сжатия определяются V (по смещению поршней) и p . Передающей давление средой часто служит само исследуемое вещество. При $p \sim 10^9 - 10^{10}$ Н/м² сжимаемость определяют также др. методами, напр. рентгенографическими (см. *Рентгенография материалов*). Изменение линейных размеров тел под гидростатич. давлением измеряют линейными П. (т. н. dilatометрами).

П. наз. также толстостенные сосуды в установках высокого давления с цилиндрич. каналом, не предназначенные для измерения сжимаемости. В зарубежной лит-ре П., кроме того, наз. приборы для измерения давления в проточных системах, давления воды в морских глубинах, газов в канале ствола оружия.

Лит. см. при ст. *Давление высокое*.

Л. Д. Лившиц.

ПЬЕЗООПТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ (фотоупругость, эластооптический эффект) — возникновение оптич. анизотропии в первоначально изотропных твёрдых телах (в т. ч. полимерах) под действием механич. напряжений. П. э. открыт Т. И. Зеебеком (Т. J. Seebeck) в 1813 и Д. Брюстером (D. Brewster) в 1816. П. э. — следствие зависимости диэлектрич. проницаемости от деформации; проявляется в виде двойного лучепреломления и дихроизма, возникающих под действием механич. нагрузок. При одноосном растяжении или сжатии прозрачное изотропное тело приобретает свойства оптич. одноосного кристалла с оптич. осью, параллельной оси растяжения или сжатия. При более сложных деформациях, напр. при двустороннем растяжении, образец становится оптич. двуосным.

П. э. обусловлен деформацией электронных оболочек атомов и молекул в ориентацией оптич. анизотропных молекул либо их частей, а в полимерах — раскручиванием и ориентацией полимерных цепей. Для малых одноосных растяжений и сжатий выполняется соотношение Брюстера $\Delta n = Kp$, где Δn — величина двойного лучепреломления (разность показателей преломления для обыкновенной и необыкновенной волн), p — напряжение, K — упругооптич. постоянная (постоянная Брюстера). Для стёкол $K = 10^{-13} - 10^{-12}$ см²/дин ($10^{-12} - 10^{-11}$ м²/Н).

П. э. используется при исследовании напряжений в механич. моделях (см. *Поляризационно-оптический метод исследования*).

Лит.: Ландсберг Г. С., Оптика, 5 изд., М., 1976; Фрохт М. М., Фотоупругость, пер. с англ., т. 1—2, М. — Л., 1948—50; Вир Г. Л., Пинкус Г. Е., Симметрия и деформа-