

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

НАБЛЮДЕНИЕ АКУСТОМАГНИТНОГО ЭФФЕКТА  
В ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОМ ФЕРРИТЕ

Г. Д. Мансфельд, В. Н. Нагирияк, А. А. Рубцов

В настоящее время активно ведутся исследования акустических свойств поликристаллических ферритов. Интерес к этим исследованиям связан с возможностью их использования в корреляционных [1] и запоминающих акустомагнитных устройствах [2], а также с возможностью параметрической генерации интенсивных акустических потоков на радиочастотах [3].

В процессе таких исследований нами обнаружен эффект возникновения акустостимулированной эдс индукции в катушке, намотанной на образец поликристаллического феррита ЖИГ, при распространении в нем акустической волны.

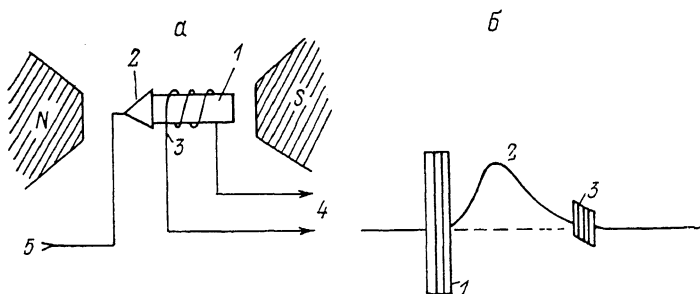


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки (а) и осциллограмма сигнала (б).

а: 1 — образец феррита, 2 — электроакустический преобразователь, 3 — измерительная катушка, 4 — к измерительной цепи, 5 — от ВЧ-генератора; б: 1 — ВЧ-наводка, 2 — сигнал акустомагнитного эффекта, 3 — сигнал эхо-импульса отраженной акустической волны.

На рис. 1 показана схема эксперимента. В образце поликристаллического феррита ЖИГ (размером  $3 \times 3 \times 9$  мм) с помощью электроакустического преобразователя возбуждались акустические волны. Образец помещался во внешнее постоянное магнитное поле, коллинеарное направлению распространения акустической волны. Для регистрации переменных магнитных полей, возникающих в образце, последний помещался в измерительную катушку, содержащую 30 витков. Акустические волны в феррите возбуждались в виде радиоимпульсов длительностью 0.5—1 мкс и частотой заполнения 30—70 МГц. При вхождении пуга акустических волн в образец измерительная катушка регистрировала возникновение медленно (по сравнению с периодом акустической волны) изменяющегося магнитного поля, вначале нарастающего, а затем спадающего со временем (рис. 1, б), — эффект, который мы далее будем называть акустомагнитным. Заметим, что эффект наблюдается как на продольных, так и на поперечных акустических волнах. Полярность наблюдаемого сигнала не зависит от направления распространения акустической волны, но зависит от направления постоянного подмагничивающего поля. На рис. 2 пред-

ставлен пример такой зависимости. Участок  $a-b-c$  соответствует увеличению сигнала акустимагнитного эффекта при увеличении магнитного поля для первоначально размагниченного образца. При циклическом изменении внешнего магнитного поля в зависимости возникающей эдс от

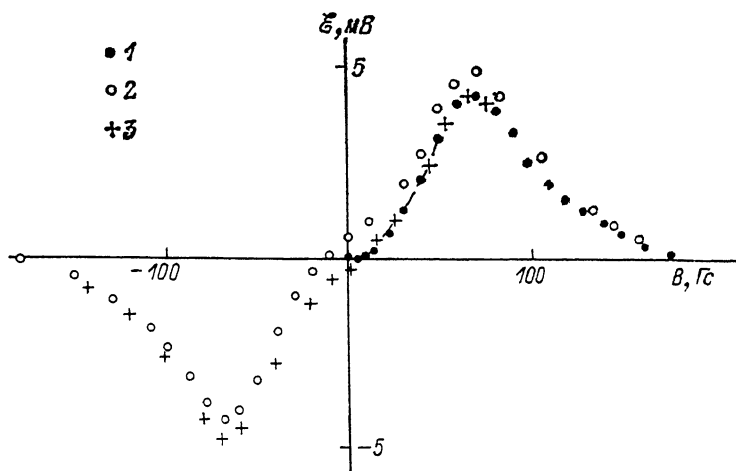


Рис. 2. Зависимость сигнала акустимагнитного эффекта от внешнего постоянного магнитного поля.

Точки — экспериментальные значения для размагниченного образца (1) и при изменении  $H$  от  $+H_{нас}$  до  $-H_{нас}$  (2) и от  $-H_{нас}$  до  $+H_{нас}$  (3).

внешнего магнитного поля наблюдается гистерезис. Для каждого направления магнитного поля существует значение поля, при котором эффект достигает максимума. В размагниченном состоянии и в насыщенном состоянии образца акустимагнитный эффект не регистрируется. Ход кривой зависимости сигнала от магнитного поля хорошо коррелирует с зависимостью намагниченности  $M$  от магнитного поля  $H$  (петля гистерезиса), снятой для исследуемого образца. Экстремумы эффекта соответствуют областям максимальной кривизны петли гистерезиса. (Полное согласие достигается, если при численных оценках учитывать поле размагничивания образца). Важной особенностью эффекта является квадратичный характер его величины от амплитуды акустической волны. Такая зависимость показана на рис. 3.

Исходя из сказанного, можно предложить следующую физическую

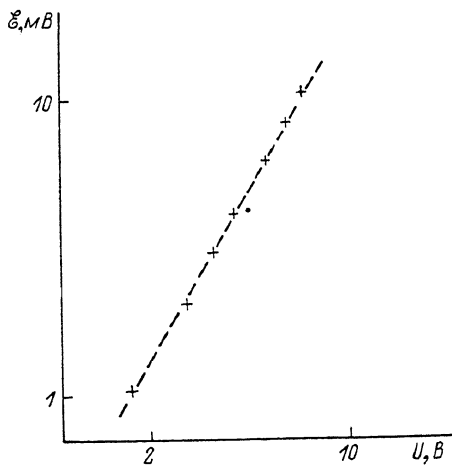


Рис. 3. Зависимость сигнала акустимагнитного эффекта от ВЧ напряжения на электроакустическом преобразователе.

модель, объясняющую данный эффект. Распространяющаяся в феррите акустическая волна сопровождается (вследствие эффекта магнитострикции) переменным магнитным полем, пропорциональным величине деформации в акустической волне. Из-за нелинейной зависимости намагниченности от магнитного поля в феррите возникает средняя по периоду акустической волны намагниченность, связанная с акустической волной. Формально эффект может быть объяснен наличием квадратичного члена

в разложении зависимости  $M(H)$  в ряд Тейлора в окрестности точки, соответствующей полю подмагничивания. Учет этого квадратичного члена объясняет появление постоянной составляющей намагниченности и обуславливает возникновение акустомагнитной эдс. Поскольку приращение магнитного поля, связанного с магнитострикцией, линейно зависит от деформации в акустической волне, то наблюдаемая зависимость эффекта от амплитуды акустической волны должна быть квадратичной. Таким образом, наблюдаемый эффект по сути представляет собой эффект квадратичного детектирования акустической волны на нелинейности петли гистерезиса.

Сказанное позволяет качественно объяснить зависимость наблюдаемого сигнала от времени (рис. 1, б). Начальный рост сигнала связан с вхождением пуга акустических волн в образец, спад сигнала — с затуханием акустических волн по мере распространения их в образце. Аналогично легко объясняется ход кривой на рис. 2. В частности, изменение знака эффекта при разных направлениях внешнего магнитного поля связано с соответствующим изменением знака кривизны петли гистерезиса. А наличие максимумов кривой связано с участками максимумов кривизны петли гистерезиса.

Таким образом, в настоящей работе экспериментально обнаружено новое явление — возникновение акустостимулированной эдс индукции в феррите при распространении в нем акустической волны — акустомагнитный эффект. Эффект может быть использован для детектирования акустических волн, измерения коэффициентов, описывающих нелинейное взаимодействие акустических волн в феррите, а также для измерения затухания акустических волн.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Мануйлов М. В., Бондаренко В. С., Криночгин В. В., Соболев Б. В. // Письма в ЖТФ. 1986. Т. 12. № 10. С. 599—602.
- [2] Kabychenkov A. F., Mansfield G. D., Manuilov M. V., Rubtsov A. A., Shavrov V. G. // Jnt. Conf. INTERMAG. USA, 1989. P. 28—31.
- [3] Брысев А. П., Бункин А. Т., Власов Д. В. // Акуст. журн. 1988. Т. 34. № 6. С. 1120—1123.

Институт радиотехники и электроники  
АН СССР Москва

Поступило в Редакцию  
25 сентября 1990 г.

УДК 537.226

© Физика твердого тела, том 33, № 5, 1991  
Solid State Physics, vol. 33, N 5, 1991

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАССЕЯНИЯ СВЕТА В СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКЕ СКАНДОТАНТАЛАТЕ СВИНЦА

С. В. Иванова, Л. С. Камзина

Кристалл скандотанталата свинца  $PbSc_{1/2}Ta_{1/2}O_3$  (PST) принадлежит к большой группе сегнетоэлектриков типа  $AB^2B''O_3$ . Эти соединения имеют высокотемпературный фазовый переход порядок—беспорядок при  $\sim 1470^\circ\text{C}$ . Наличие этого перехода создает возможность изменять степень упорядочения  $z$  в распределении ионов  $Sc^{3+}$  и  $Ta^{5+}$  в октаэдрических положениях кристаллической решетки путем длительной термической обра-