

"гревом" образца. Тогда увеличение внутренней энергии, возникающее из-за запаздывания перехода, компенсируется уменьшением обменной энергии путем

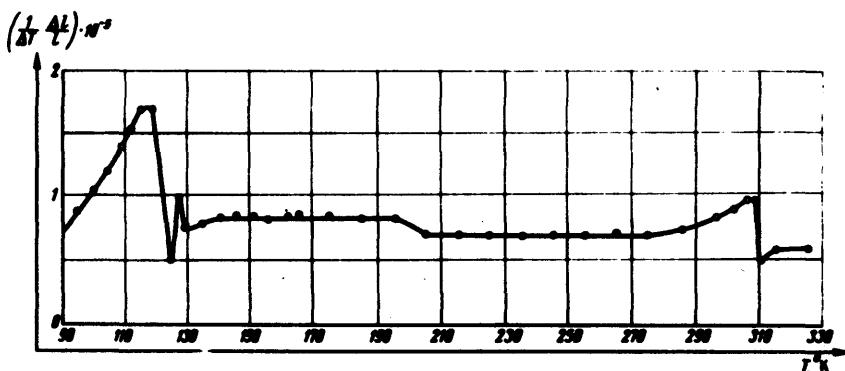


Рис. 2. Зависимость коэффициента теплового расширения от температуры

спонтанного сжатия. Этот вывод находится в согласии с работами по давлению [5], в которых было показано, что давление уменьшает энергетическую щель, а следовательно, антиферромагнитное взаимодействие.

Физический факультет
Московского
государственного университета
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию
14 июля 1970 г.

Литература

- [1] E.W.Lee, M.A.Asgar. Phys. Rev. Lett., 22, 1436, 1969.
- [2] M.O.Steinits, L.H.Schwartz, J.A.Mareus, E.Fawcett, W.A.Reed. Phys. Rev. Lett., 23, 979, 1969.
- [3] С.А.Никитин. Кандидатская диссертация, МГУ, 1962.
- [4] J.Dish. Phys., 5, 173, 1921.
- [5] T.Mitsui, C.T.Tomizuka. Phys. Rev., 137, 2A, 564, 1965.

Письма в ЖЭТФ, том 12, стр. 429 – 432

5 ноября 1970 г.

ПОРОГОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ПАРАМЕТРИЧЕСКИ ВОЗБУЖДЕННОЙ СПИНОВОЙ СИСТЕМЕ ФЕРРИТОВ

Г.А.Непряховский, В.Н.Бержанский

В работах [1, 2] показано, что в параметрически возбужденной спиновой системе возможно наблюдение вторичных пороговых явлений за счет возбуждения новых

групп спиновых волн. Наиболее важными являются процессы, для которых закон сохранения энергии и импульса записываются в виде

$$\omega_{k_0} = \omega_k + \omega_{k_0 - k} \quad (1)$$

$$2\omega_{k_0} = \omega_{k_0 + k} + \omega_{k_0 - k}, \quad (2)$$

где k_0 – волновой вектор первично возбужденной спиновой волны при параметрическом возбуждении спиновых волн (ПВСВ). Первый из этих процессов, предсказанный теоретически одним из авторов [1], был подтвержден экспериментально Лемаром и др. [3]. В соответствии с [1] он наблюдался в сравнительно узкой области намагничивающих полей H_0 , определяемой неравенством

$$0 \leq H_0 - \frac{1}{3} 4\pi M \leq -2\pi M - \frac{1}{3} \left[(2\pi M)^2 + \left(\frac{\omega_{k_0}}{\gamma} \right)^2 \right]^{1/2} + \\ + \frac{2}{3} \left[(4\pi M)^2 + \left(\frac{\omega_{k_0}}{\gamma} \right)^2 \right]^{1/2}. \quad (3)$$

Оказалось, что критическое поле нестабильности (1) для иттриевого феррита превышает обычный порог ПВСВ на 20 дБ.

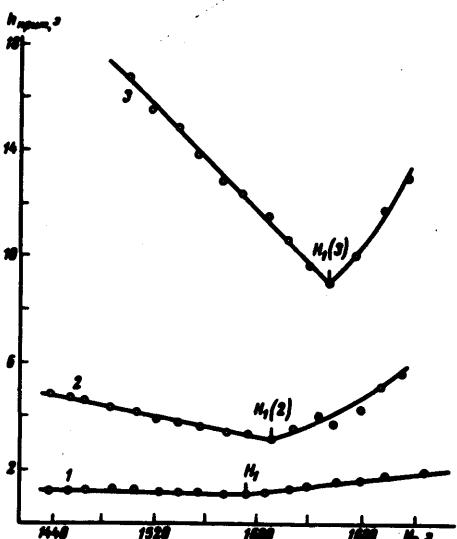


Рис. 1. Зависимость критических полей от H_0 : 1 – обычный ПВСВ; 2 – вторая нестабильность; 3 – третья нестабильность. Измерения проведены на кристалле $\text{Li}_{0.5}\text{Fe}_{2.34}\text{Ga}_{0.16}\text{O}_4$, намагниченном вдоль $\langle 111 \rangle$, при температуре 300°К.

Представляло интерес экспериментально наблюдать нестабильность типа (2), порог возбуждения которой может оказаться низким из-за компенсации потерь соответствующей группы волн внешним переменным магнитным полем. С этой целью мы исследовали поведение ряда кристаллов ферритов за порогом ПВСВ. Измерения проводились на сферических образцах диаметром 1,2 мм на частоте 9200 Гц при температуре 300°К и длительности импульса возбуждаю-

щей мощности 3 мксек. Образцы намагничивались обычно вдоль направления <111>. Исследование привело к обнаружению группы пороговых эффектов никак неизвестных, не изученных. Они заключаются в том, что при увеличении возбуждающей мощности выше критической величины $H_{\text{крит}}$, соответствующей порогу ПВСВ, наблюдаются новые пороги нестабильностей. Как и первый порог $H_{\text{крит}}$, они фиксируются по резкому изменению коэффициента отражения резонатора с кристаллом, возникающему при определенной мощности. Для большинства исследованных ферритов хорошо различаются два порога. Первый – соответствует обычному порогу ПВСВ. Другие пороги, как мы полагаем, связаны с параметрическим возбуждением других групп спиновых волн. Полевая зависимость второго порога (рис. 1) аналогична обычно наблюдавшейся зависимости $h_{\text{крит}}$ от H_0 при ПВСВ, а область его существования совпадает с интервалом полей H_0 , в котором наблюдается обычный ПВСВ, независимо от намагниченности кристалла. Величина намагничивающего поля $H_1(2)$, соответствующего минимуму критического поля $h_{\text{крит}}(2)$ второй нестабильности, как правило, больше такого поля H_1 обычного ПВСВ на величину порядка 30 э

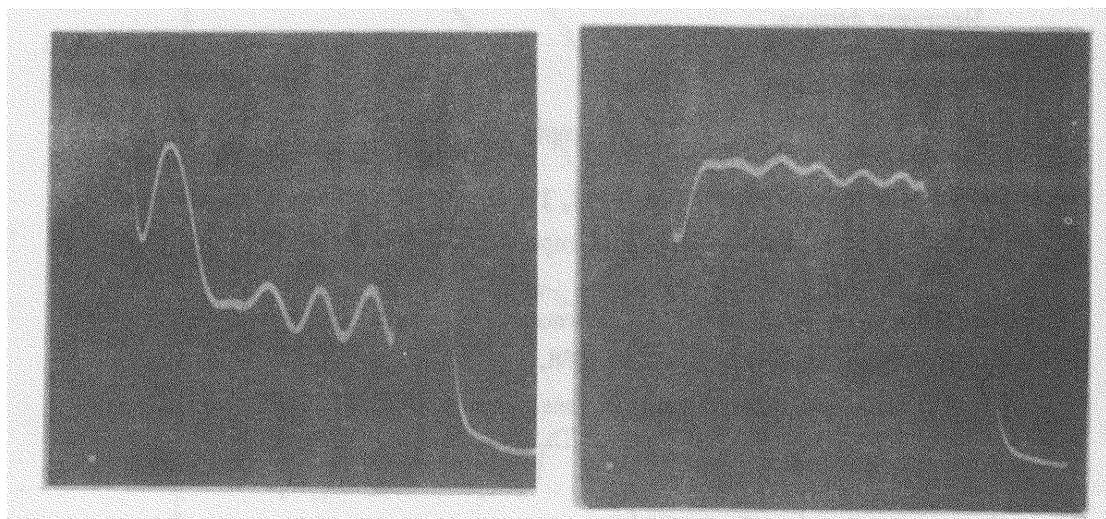


Рис. 2. Осциллограммы автомодуляционных колебаний: *a* – при обычном ПВСВ; *b* – при второй нестабильности (сигнал ослаблен на 10 дБ), $H_0 = 1840$ э, температура 300°К

Кристалл	$4\pi M, \text{ эс}$ (300°К)	$\min h_{\text{крит}},$ э	$\min h_{\text{крит}}(2),$ э	$H_1, \text{ э}$	$H_1(2), \text{ э}$
$\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$	1773	0,81	2,95	1470	1505
$\text{Li}_{0,5}\text{Fe}_{2,34}\text{Al}_{0,16}\text{O}_4$	2720	1,44	4,07	1187	1258
NiFe_2O_4	3300	1,77	4,06	1275	1226
$\text{Li}_{0,5}\text{Fe}_{2,5}\text{O}_4$	3660	1,11	2,22	1382	1420
$\text{Li}_{0,5}\text{Fe}_{2,34}\text{Ga}_{0,16}\text{O}_4$	4000	1,05	3,16	1590	1610
$\text{Li}_{0,5}\text{Fe}_{2,07}\text{Ga}_{0,43}\text{O}_4$	4320	1,30	4,52	1768	1750

(таблица). Для кристалла $\text{Li}_{0,5}\text{Fe}_{2,34}\text{Ca}_{0,16}\text{O}_4$ помимо второго порога отчетливо наблюдается также третий порог (рис. 1).

Измерения показали, что порог второй нестабильности анизотропен. Для некоторых ферритов второй порог, как и первый, сопровождается автомодуляционными колебаниями. Особенно отчетливо они наблюдаются на никелевом ферrite (рис. 2). Наблюдаемые эффекты не зависят от чистоты обработки поверхности образцов. При уменьшении диаметра образцов обнаруживается тенденция порогов к сближению.

Область наблюдения вторичных порогов и независимость этой области от намагниченности позволяют сделать предположение, что обнаруженные эффекты связаны с возбуждением групп волн (2). Автомодуляция может быть объяснена либо механизмом инерционной нелинейности, предложенным Моносовым [4], либо, возможно известным в радиотехнике [5] явлением перераспределения энергии между параметрически связанными системами.

Институт физики
Академии наук СССР
Сибирское отделение

Поступила в редакцию
24 августа 1970 г.

Литература

- [1] Г.А.Петраковский. ФТТ, 9, 2113, 1967.
 - [2] В.Е.Захаров, В.С.Львов, С.С.Старобинец. Препринт ИЯФ СО АН СССР, №352, 1969.
 - [3] B.Lemaire, H. Le Gall, I.L.Dormann. Sol. State Commun., 5, 499, 1967.
 - [4] Я.А.Монсов. ЖЭТФ, 51, 222, 1966.
 - [5] В.П.Комолов. Радиотехника и электроника, 10, 2167, 1965.
-