

Письма в ЖЭТФ, том 14, стр. 36–40

5 июля 1971 г.

ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА НЕСТАБИЛЬНОСТИ В ИТТРИЕВЫХ ФЕРРИТАХ-ГРАНАТАХ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ НАКАЧКЕ

А. А. Соломко, В. И. Майстренко

В настоящей работе мы сообщаем о результатах исследования нестабильностей, возникающих в иттриевых ферритах-гранатах, при одновременном воздействии параллельной накачки и лазерного излучения с длиной волны $\lambda = 1,06 \text{ мкм}$.

В эксперименте использовался образец $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ в виде диска диаметром 5 мм и толщиной 1,9 мм. Если образец поместить в постоянное H_0 и параллельное ему переменное h_\sim магнитные поля (применялся прямоугольный резонатор с типом колебаний H_{012}), приложенные в плоскости диска, при мощности микроволнового сигнала, больше критической, возникает спин-волновая нестабильность [1]. Частоты параметрически возбуждаемых спиновых волн $\omega_K = \omega/2$, величина и направление волновых векторов изменяются в широких пределах. Дальнейшее повышение мощности микроволнового сигнала приводит к возникновению низкочастотных колебаний намагниченностии. Пороговые кривые спин-волновой нестабильности h_{kp} , и низкочастотных осцилляций для нашего образца приведены на рис. 1.

При одновременном воздействии параллельной накачки и излучения лазера мы регистрировали изменение этих нестабильностей. Луч лазера распространялся нормально к плоскости диска. Плотность мощности лазерного сигнала на передней грани диска (луч фокусировался за заднюю грань образца) могла изменяться с помощью калиброванных нейтральных фильтров. Оба сигнала — накачки с длительностью $t_n = 300 \text{ мксек}$ и лазера с $t_l = 120 \text{ мксек}$ — синхронизировались так, что осуществлялось одновременное воздействие обоих сигналов. Типичные осциллограммы наблюдаемых нами процессов показаны на рис. 2.

Во время действия лазерного импульса мы наблюдали характерное повышение порога спин-волновой нестабильности. Этот процесс неодинаков при различных значениях постоянного поля H_0 . Чтобы определить оптимальные условия изменения порога снималась зависимость повышения порога от постоянного поля H_0 при одинаковых

"сколах" микроволнового импульса, т.е. при одинаковой мощности, поглощаемой спиновой системой. Измерения проводились при плотности лазерной мощности на передней грани образца $S \approx 8 \text{ квт}/\text{см}^2$.

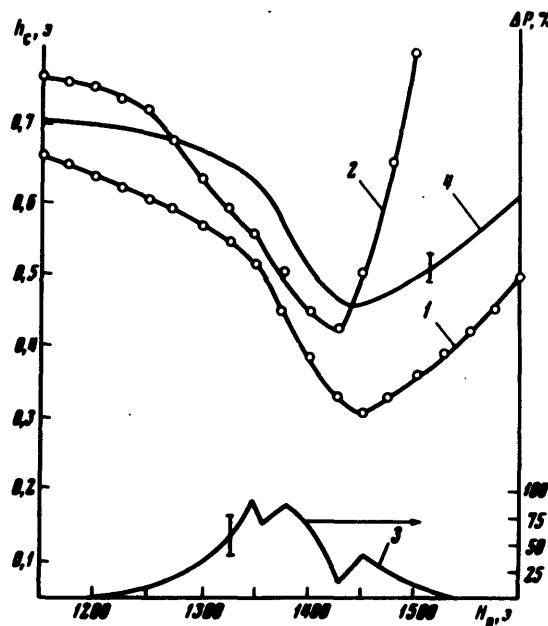


Рис.1. Пороговые кривые нестабильностей при параллельной накачке и их изменение при воздействии лазерного сигнала: 1 – пороговая кривая спин-волновой нестабильности, 2 – пороговая кривая низкочастотных колебаний намагниченности, 3 – изменение микроволновой мощности, поглощаемой образцом, во время действия лазерного импульса ($S \approx 8 \text{ квт}/\text{см}^2$), 4 – пороговая кривая низкочастотных колебаний намагниченности во время действия лазерного импульса ($S \approx 20 \text{ квт}/\text{см}^2$)

Эта зависимость показана на рис.1, откуда видно, что повышение порога существенно в широкой области постоянных магнитных полей с максимумом, смешенным относительно поля H_c , при котором критическая амплитуда микроволнового сигнала имеет минимальное значение, на величину ≈ 100 э. Причем, на этой зависимости есть две особенности, соответствующие точкам магнитоакустического резонанса ($H_0 \approx 1430$ э) и точке, в которой величины волновых векторов параметрически возбуждаемой спиновой волны и лазерного сигнала равны между собой ($H_0 \approx 1359$ э). Увеличение порога спин-волновой нестабильности при постоянном поле $H \approx 1450$ э и плотности мощно-

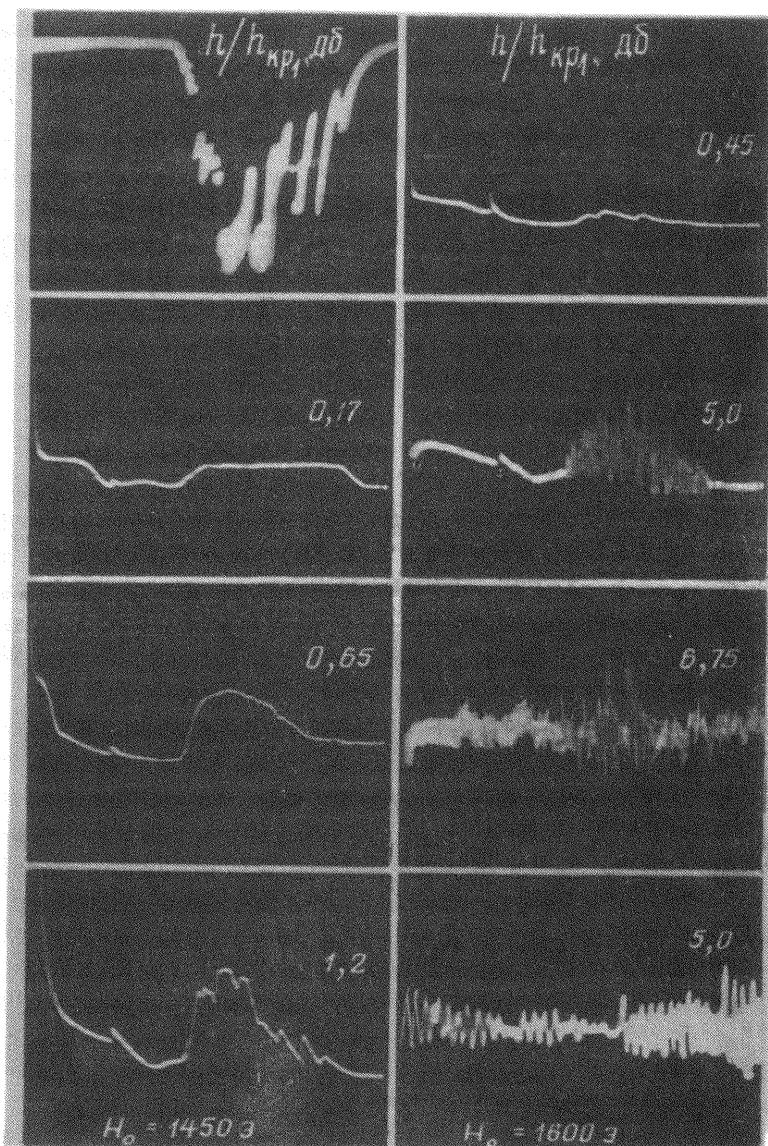


Рис.2. Осциллограммы микроволнового импульса, отраженного от резонатора. Длительность развертки на всех осцилляторах, кроме нижней рис.2,б – 50 мксек/см; длительность развертки на нижнем снимке рис.2,б – 6 мксек/см. ! Верхний снимок 2,а – импульс лазера. Нижний снимок рис.2,б – развернутая осциллограмма рис.2,б при $h/h_{kp2} = 5$ дБ

сти лазерного луча на передней грани образца $S \approx 60 \text{ кв/см}^2$, иллюстрируется рис.2, а. Видно, что при небольшом превышении микроволнового сигнала над порогом во время действия лазерного импульса возбуждение спиновых волн полностью исчезает, т.е. имеет место 100-процентное увеличение порога. При дальнейшем превышении мощности над порогом изменение порога приобретает вид лазерного импульса. Отметим, что повышение порога спин-волновой нестабильности наблюдалось также авторами [2]. В то же время мы не наблюдали уменьшения порога, которое отмечали эти авторы.

Кроме этого, мы наблюдали изменение порога низкочастотных осцилляций во время действия лазерного импульса. Изменение этого порога при плотности мощности лазерного сигнала $S \approx 20 \text{ кв/см}^2$ показано на рис.1. В области постоянных магнитных полей H_0 , где наблюдалось повышение порога спин-волновой нестабильности, имеет место повышение порога низкочастотных осцилляций. При других значениях постоянных магнитных полей мы наблюдали понижение порога низкочастотных колебаний намагниченности [3]. При этих полях во время действия лазерного импульса амплитуда низкочастотных осцилляций увеличивается, что иллюстрируется рис.2, б, полученными при постоянном поле $H_0 = 1600 \text{ э}$ и плотности мощности лазерного излучения $S \approx 60 \text{ кв/см}^2$. Характерно, что их частота во время действия лазерного импульса остается постоянной и для нашего образца равной $\approx 1,2 \text{ миц}$.

Полученные нами результаты невозможно объяснить прямым спинорбитальным взаимодействием лазерного излучения со спиновыми волнами, возбуждаемыми параллельной накачкой в $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$. Тем более, что расчет и численные оценки показывают, что порог этого взаимодействия на два порядка выше, чем наблюдаемый в эксперименте [4].

Отметим, что увеличение порога спин-волновой нестабильности под действием лазерного излучения весьма напоминает таковой процесс при воздействии на кристалл упругих колебаний [1]. Мы провели простой дополнительный эксперимент. Излучение лазера направлялось на наш образец иттриевого-феррита граната (без параллельной накачки), ко второй грани которого был прикреплен пьезодатчик. При облучении кристалла лазерным излучением мы регистрировали возбуждение в образце упругих колебаний, частота которых была равна

$\approx 1,2 \text{ миц}$, что соответствует основному акустическому резонансу нашего образца, и амплитуда которых возрастала с увеличением плотности мощности лазерного сигнала.

В связи с этим мы считаем, что изменение порогов спин-волновой нестабильности и низкочастотных осцилляций осуществляется через упругие колебания, возбуждаемые в иттриевом феррите-гранате лазерным излучением.

Киевский
государственный университет
им. Т.Г.Шевченко

Поступила в редакцию
31 мая 1971 г.

Литература

- [1] Я.А.Моносов. Нелинейный ферромагнитный резонанс, М., 1971.
 - [2] H.Le Gall, J.P.Jamet, V.Cagan. Solid State Comm., 7, 27, 1969;
H.Le Gall, J.P.Jamet, V.Cagan. J. Appl. Phys., 40, 1505, 1969.
 - [3] S.Wang, G.Thomas. Appl. Phys. Lett., 10, 210, 1967.
 - [4] А.С.Бакай. ФТТ, 12, 2384, 1970.
-