

ДИФРАКЦИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СПИНОВЫХ ВОЛНАХ В ИТТРИЕВОМ ФЕРРИТЕ-ГРАНАТЕ

Ю. А. Гайдай, И. И. Кондиленко, А. А. Соломко

Сообщаются результаты экспериментального исследования дифракции лазерного излучения ($\lambda = 1,15 \text{ мк}$) на параметрически возбуждаемых спиновых волнах в иттриевом феррите-гранате в условиях дополнительного поглощения.

Ранее сообщалось об экспериментах по дифракции лазерного луча на магнитоэлектрических, спиновых и магнитоупругих волнах [1–6]. В этих экспериментах возбуждение осуществлялось переменным магнитным полем [1,2,5] или же пьезопреобразователем со сдвиговым [4] или продольным [3,6] типом колебаний. Однако, одной общей особенностью этих экспериментов являлось то, что возбуждение спиновых волн осуществлялось в линейном режиме, когда частота сигнала близка к частоте ферромагнитного резонанса для данного магнитного поля.

Мы сообщаем о дифракции лазерного луча на параметрически возбуждаемых спиновых волнах в области магнитных полей, соответствующих дополнительному поглощению [7]. Эти эксперименты впервые дали возможность определить абсолютные значения и направления (θ_k) волновых векторов спиновых волн k_s , параметрически возбуждаемых при дополнительном поглощении в неоднородном магнитном поле.

В образце иттриевого феррита-граната с размерами $3 \times 3 \times 10 \text{ мм}^3$, помещенном в продольное магнитное поле, спиновые волны возбуждались переменным магнитным полем, создаваемым открытым концом коаксиального кабеля у торца кристалла (с некоторым приближением переменное магнитное поле можно считать поперечным). Частота переменного сигнала изменялась в пределах $\nu_0 = 0,6 \div 2 \text{ ГГц}$ и мощность его $P \approx 1,5 \text{ вт}$.

Лазерный луч проходил через кристалл на расстоянии $2,5 \text{ мм}$ от края кристалла. Поляризация лазерного излучения ортогональна магнитному полю и плоскости пропускания анализатора. Рассеянное излучение регистрировалось с помощью охлаждаемого жидким азотом фотоумножителя ФЭУ-62, сигнал с которого, проходя через усилитель и синхронный детектор, подавался на самописец.

При внешнем магнитном поле $H_0 < H_{0 \text{ рез}}$ (для нашего образца и точки зондирования $H_{0 \text{ рез}} \approx 480 \text{ э}$), что соответствует условию дополнительного поглощения и возбуждению спиновых волн с $\omega_k = \omega_0/2$, мы обнаружили дифракцию лазерного излучения, соответствующую спиновым волнам с $|k_s| \sim 10^4 \text{ см}^{-1}$.

Результаты экспериментальных исследований интенсивности антистоксовой компоненты для частоты $\nu_0 = 1,1 \text{ ГГц}$ от магнитного поля

показаны на рис. 1, где β – угол между падающим и дифрагированным световыми потоками (в эксперименте α_1 и α_2 могли изменяться независимо). Отсюда следует, что во всей области дополнительного поглощения, где наблюдается дифракция ($H_0 = 240 + 280$ э), возбуждаются спиновые волны с постоянной величиной волнового вектора $|k_s| = 9,6 \cdot 10^3 \text{ см}^{-1}$.

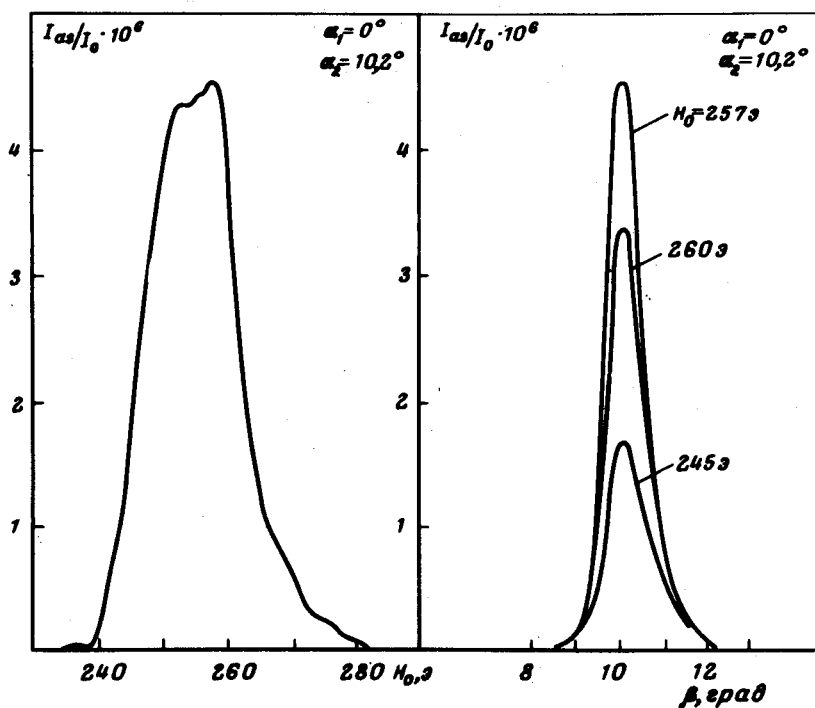


Рис. 1

С изменением частоты микроволнового сигнала и соответствующим ему изменением постоянного магнитного поля изменяется величина волнового вектора возбуждаемой спиновой волны и угол θ_k (рис. 2), определяемые согласно

$$k_s = 2k_0 \sin \frac{\delta - \gamma}{2}; \quad \theta_k = \frac{\delta + \gamma}{2}$$

где k_0 – волновой вектор световой волны, перед δ и у знак "+" при отсчете от нормали к границе по часовой стрелке и "-" – против. Эти результаты однозначно говорят о том, что наиболее эффективно осуществляется параметрическое возбуждение спиновых волн в окрестности пересечения спектров спиновых волн и поперечных упругих колебаний. Исследования поляризационных характеристик падающего и дифрагированного излучения [5] показали, что дифракция осуществляется на спиновой волне. При постоянном магнитном поле $H_0 = 255$ э, которое соответствует максимальной амплитуде возбуждаемых спиновых

волн для $\nu_0 = 1,1$ Гц, зависимость интенсивности дифрагированного излучения, измеренная как для стоксовой, так и антистоксовой компонент, от угла θ_k показаны на рис. 3. Из этих результатов следует, что наиболее эффективно возбуждаются спиновые волны с $\theta_k = 2^\circ 20'$, а ширина углового спектра, определенная по половине интенсивности дифрагированного излучения составляет $\Delta\theta_k \sim 4^\circ$. При этом величина волнового вектора во всем угловом спектре также не меняется и равна $|k_s| = 9,6 \cdot 10^3$ см⁻¹.

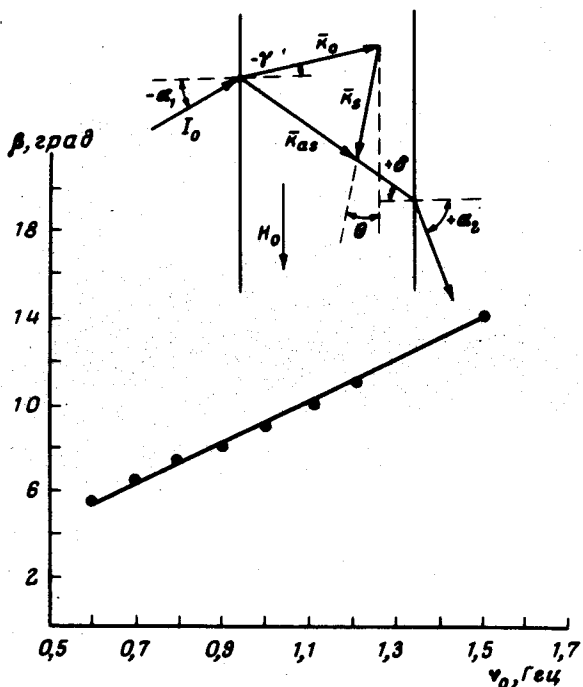


Рис. 2

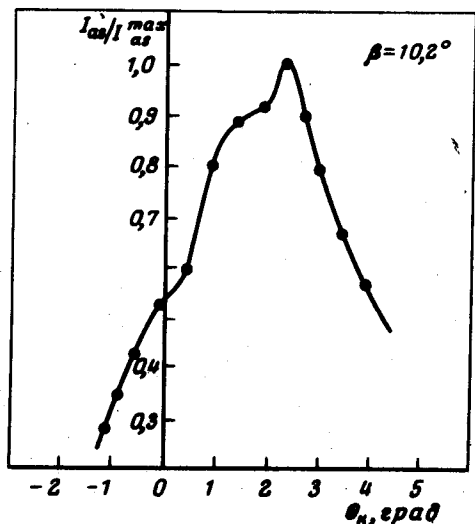


Рис. 3

Проведенные нами экспериментальные исследования впервые дали однозначный ответ на характер возбуждаемых спиновых волн в условиях дополнительного поглощения и неоднородного внутреннего магнитного поля.

Киевский
государственный университет
им. Т.Г.Шевченко

Поступила в редакцию
7 апреля 1975 г.

Литература

- [1] J. H. Collins, D. A. Wilson. Appl. Phys. Lett., 12, 331, 1968.
 - [2] B. Desormiere, H. Le Gall. IEEE Trans. Magnetics, 8, 379, 1972.
 - [3] B. A. Auld, D. A. Wilson. Appl. Phys. Lett., 11, 868, 1967.
 - [4] A. W. Smith. Appl. Phys. Lett., 11, 7, 1967.
 - [5] A. W. Smith. Phys. Rev. Lett., 20, 334, 1968.
 - [6] H. L. Hu, F. R. Morgenthaler. Appl. Phys. Lett., 18, 307, 1971.
 - [7] H. Suhl. J. Phys. Chem. Sol., 1, 209, 1957.
-