

ВЛИЯНИЕ ЗАТУХАНИЯ НА КАУСТИКУ МАГНИТОУПРУГИХ ВОЛН В ФЕРРОМАГНЕТИКАХ

Савченко С.П.^{1,2}, Бахарев С.М.^{1,2}, Борич М.А.^{1,2}

¹⁾ ИФМ УрО РАН, Екатеринбург, Россия

²⁾ ЧелГУ, Челябинск, Россия

E-mail: sergeysavch@imp.uran.ru

THE EFFECT OF DISSIPATION ON THE CAUSTICS OF MAGNETOELASTIC WAVES IN FERROMAGNETS

Savchenko S.P.^{1,2}, Bakharev S.M.^{1,2}, Borich M.A.^{1,2}

¹⁾ IMP UB RAS, Yekaterinburg, Russia

²⁾ CSU, Chelyabinsk, Russia

The report is devoted to the investigation of damping influence to wave's caustics in elastically anisotropic magnetic materials. Based on phenomenological model, we defined the dependence of caustic patterns on damping parameter and elastic anisotropy.

Проведено исследование влияния величины упругой анизотропии на картины каустики магнитоупругих волн (МУВ) в кристаллах кубической симметрии. Спектр и поверхности постоянной частоты МУВ были рассчитаны для трех ферромагнитных образцов с различными упругими свойствами: (1) упругоизотропный ферромагнетик и ферромагнетики с (2) слабо ($Y_3Fe_5O_{12}$) и (3) сильно анизотропными упругими подсистемами (галфенол $Fe_{82}Ga_{18}$). Использовалось феноменологическое приближение [1,2], была учтена диссипация спиновых волн.

Показано, что магнитоупругое взаимодействие приводит к возникновению особенностей МУВ. При частотах вблизи магнитоупругого резонанса формируются направления, вдоль которых интенсивность МУВ резко возрастает. Совокупность этих направлений образует картины каустики [3]. Для изотропных и слабо анизотропных ферромагнетиков каустика обусловлена только магнитоупругим взаимодействием, и может наблюдаться лишь в узкой области частот и магнитных полей. Для сильно анизотропных ферромагнетиков каустика может реализовываться за счет упругой анизотропии системы, однако магнитоупругость приводит к появлению новых направлений с высокой интенсивностью, и картина каустики становится существенно более сложной.

Исследование эффектов диссипации выявило их существенное влияние на спектр МУВ и картины каустики. В частности, в упругоизотропных и слабо анизотропных ферромагнетиках каустики исчезают даже при малом затухании. Например, в объемном образце ЖИГ ($Y_3Fe_5O_{12}$) каустика становится невозможной, если параметр диссипации Гильберта больше 10^{-5} . В случае сильно упругоанизотропного ферромагнетика (галфенол $Fe_{82}Ga_{18}$) диссипация

по-разному влияет на каустику мод $LmT1$, $T1mT2$ и $T2m$. В частности, из-за затухания для моды $T1mT2$ исчезает большая часть линий из картины каустики, тогда как для мод $LmT1$ и $T2m$ картина каустики упрощается, но значительная ее часть сохраняется (см. рис. 1). Это позволяет сделать вывод о том, что в упругоанизотропных ферромагнетиках их можно наблюдать даже при существенной диссипации.

Результаты исследования получены в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема «Функция» № 122021000035–6) и при поддержке гранта РФФИ (проект № 22-19-00355).

1. M.A. Borich, S.M. Bakharev, S.P. Savchenko. Effect of magnon dissipation in the caustic pattern of magnetoelastic waves in ferromagnets. Chinese Journal of Physics. 2022. V. 80. P. 367—377.
2. Такер Дж., Рэмpton В. Гиперзвук в физике твердого тела. — М.: Мир, 1975. — 455 с.
3. Wolfe J.P. Imaging Phonons Acoustic Wave Propagation in Solids — N.Y. Cambridge University Press, 1998. — p.411.