

АКУСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФЕРРОМАГНИТНОГО СПЛАВА ГЕЙСЛЕРА В ОБЛАСТИ МАРТЕНСИТНОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ

Бучельников В. Д., Козак А. Ф.*, Коледов В. В.***, Костюк Д. А.*,
Кузавко Ю. А.*, Ховайло В. В.* *, Шавров В. Г.**

Челябинский государственный университет, Челябинск, РФ;

** Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь;*

kuzavko@newmail.ru

*** Институт радиотехники и электроники РАН, Москва, РФ*

Некоторые сплавы металлов испытывают кристаллографически обратимые термоупругие мартенситные превращения (МП), сопровождаемые эффектом памяти формы (ЭПФ). Процесс возвращения к первоначальной форме связывается с обратимым превращением деформированной мартенситной (тетрагональной) фазы в высокотемпературную аустенитную (кубическую) фазу. Наибольшие достижения в этом направлении связаны с ферромагнитным сплавом $\text{Ni}_{2+x}\text{Mn}_{1-x-z}\text{Fe}_z\text{Ga}$, позволившим добиться управляемого магнитным полем обратимого изменения линейных размеров кристаллов до 6%, и, для сравнения, на порядок превышает деформации под действием электрического поля в пьезокристаллах.

Исследованный поликристалл $\text{Ni}_{2,14}\text{Mn}_{0,81}\text{Fe}_{0,05}\text{Ga}$ характеризуется точкой МП $T_M = 40^\circ\text{C}$ и точкой Кюри $T_K = 90^\circ\text{C}$. В области комнатных температур наблюдалось МП под действием сильного внешнего магнитного поля, давления, а также приложенных к образцу ультразвуковых колебаний. Температура МП весьма чувствительна к изменению стехиометрического состава кристалла. Данное обстоятельство весьма полезно для реализации МП в требуемой области температур, а также должно способствовать снижению величины магнитного поля для управляемого ЭПФ, что является первостепенной задачей для широкого технического использования разрабатываемых материалов.

Для сплавов Гейслера характерно присутствие поперечной мягкой моды TA_2 , распространяющейся вдоль направления $[110]$ с поляризацией $[110]$ и связанной с обращением в ноль упругого модуля $c' = (c_{11} - c_{12})/2$ [3]. Экспериментальная установка, используемая для измерения скорости и затухания ультразвука, включала пьезо-керамический преобразователь, возбуждаемый импульсным генератором, цифровой осциллограф НАМЕГ 1507, соединенный с персональным компьютером по интерфейсу RS232. Точность измерения температуры образца составляла 0,1К, минимальная скорость нагрева 1 К/10 мин. В точке МП $T_M = 313\text{ К}$ скорость ЛА $v_L = 4,91 \pm 0,08$ км/с, а при $T = 373\text{ К} > T_K$ $v_L = 4,62 \pm 0,08$ км/с, т.е. ее изменение составляло 6%, в то время как в кристалле Ni_2MnGa в окрестности МП оно равно 1,5%. Такое различие объясняется не только разной стехиометрией соединений, но и тем что в кристалле измерения выше T_K не проводились. В поликристалле затухание ЛА при $T_M = 313\text{ К}$ составило 6 см^{-1} , что сопоставимо с данными по затуханию продольного звука в Ni_2MnGa .

*Авторы благодарны БРФФИ и РФФИ (гранты Ф04Р-080 и 04-02-81058) и МО
РБ за финансовую поддержку выполненных исследований.*