

Письма в ЖЭТФ, том 18, вып. 6, стр. 359 – 362

29 сентября 1973 г.

ОБ ОБМЕННОМ СУЖЕНИИ ЛИНИИ ЭПР ФЕРРИТОВ-ГРАНАТОВ ИТТРИЯ И ГАДОЛИНИЯ ВБЛИЗИ ТОЧКИ КЮРИ

С. А. Мнацаканян

Впервые определены критические показатели температурной зависимости ширины линии ЭПР ферритов-гранатов иттрия и гадолия вблизи точки Кюри.

В настоящее время приобретает особо большое значение изучение динамических характеристик магнитного фазового перехода. Результаты ряда работ по исследованию электронного парамагнитного резонан-

са (ЭПР) антиферромагнетиков вблизи точки Нееля (см., например, [1-3] и др) и по определению динамических критических показателей позволяют получить интересные сведения о неравновесном поведении магнитной системы вблизи критической точки и о правомочности тех или иных теоретических моделей фазовых переходов. Несомненно, представляет большой интерес проведение подобных исследований ферро- и ферримагнетиков. Однако, в научной периодике отсутствуют данные о поведении параметров ЭПР этих веществ вблизи точки Кюри (Θ).

В данной работе были проведены исследования характера температурной зависимости ширины линии ЭПР (ΔH) и g -факторов феррита-граната иттрия (ИФГ) и феррита-граната гадолиния (ГФГ) при приближении к точке Кюри со стороны высоких температур.

Температурную зависимость ΔH ферритов-гранатов вблизи Θ можно представить в виде:

$$\Delta H \sim (T - \Theta)^n \quad (1)$$

Расчет температурной зависимости ΔH ферромагнетиков в парамагнитной области при помощи метода моментов с применением приближения случайных фаз [4] приводит к обменному сужению линии ЭПР при приближении к Θ по закону $(T - \Theta)^{1/4}$.

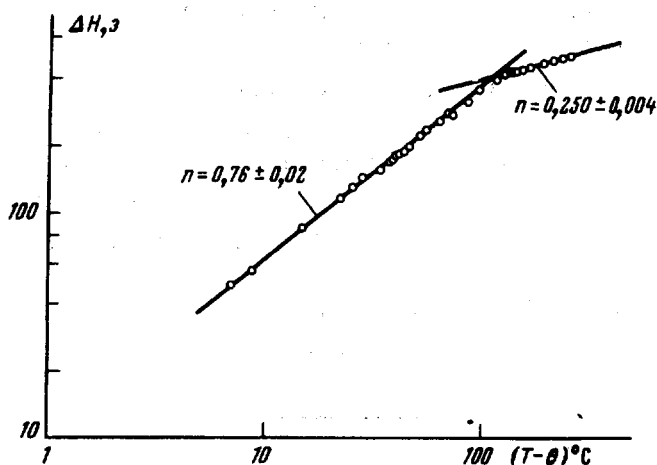


Рис. 1. Температурная зависимость ΔH ИФГ

На рис. 1 и 2 приведены графики зависимости ΔH (ΔH — ширина резонансной линии на половине максимального поглощения) от разности $(T - \Theta)$ монокристаллических образцов ИФГ и ГФГ соответственно, построенные в логарифмическом масштабе. Измерения проводились на серийном радиоспектрометре типа РЭ 1301 на частоте ~ 9600 Мгц. Форма линии ЭПР исследованных образцов была лоренцевской, что характерно для обменно суженной линии магнитного резонанса. В качестве Θ принималось значение температуры в точке пересечения продолжения кривой $\Delta H(T)$ с осью абсцисс (вид этой кривой приведен в работе [5]). Значения Θ ИФГ и ГФГ равнялись $554 \pm 1^\circ\text{K}$ и $562 \pm 1^\circ\text{K}$ соответственно.

Из рисунков видно, что начиная с некоторой температуры, показатель степени в соотношении (1) с хорошей точностью совпадает с теоретически предсказываемой величиной $1/4$. Однако, согласно [4] в непосредственной близости к Θ следует ожидать значительных отклонений от $n = 1/4$, обусловленных влиянием внешнего магнитного поля, в котором производятся резонансные измерения. Из рис. 1 и рис. 2 видно, что при приближении к Θ , начиная с некоторой температуры, которая для ИФГ равна $105 \pm 10^\circ\text{K}$, а для ГФГ — $22 \pm 2^\circ\text{K}$, n становится равным $3/4$. Значения n вычислены методом наименьших квадратов на ЭВМ "Наири-2".

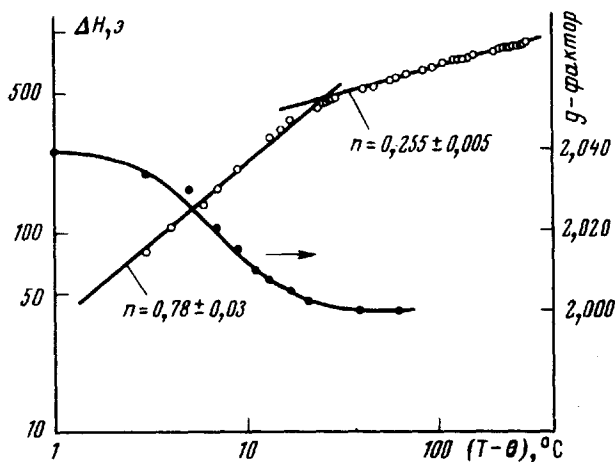


Рис. 2. Температурная зависимость ΔH и g -фактора ГФГ вблизи температуры Кюри

При переходе через точку Кюри наблюдалось резкое изменение g -факторов ферритов-гранатов. На рис. 2 приведен график изменения g -фактора ГФГ вблизи Θ . g -фактор ИФГ в критической области фазового перехода приведен в работе [5]. Ниже точки Кюри — в упорядоченной фазе — величина резонансного поля определяется некоторым эффективным $g_{\text{эфф}}$, который является функцией g -факторов отдельных подрешеток и их магнитных моментов. Много выше Θ — в парамагнитной области — резонансное поле определяется g -фактором отдельных спинов, участвующих в резонансе. Присутствие магнитного поля и интенсивный парапроцесс вблизи Θ , который особенно велик у ИФГ [6], по-видимому, приводят к тому, что в некотором диапазоне температур выше Θ , еще остаются области со строго скоррелированными направлениями спинов. Иными словами, внешнее поле приводит к возникновению переходного состояния, где наряду с парамагнетизмом появляются области с упорядоченной фазой.

Ширина интервала температур $\Delta T_{\text{пер}}$, в котором происходит изменение g -фактора, различна для разных ферритов-гранатов. Для ИФГ $\Delta T_{\text{пер}}$ равен примерно 100° , а для ГФГ — 20° . Следует заметить, что в этом же интервале температур наблюдается отклонение показателя степени в соотношении (1) этих образцов от закона $1/4$.

Наличие областей с упорядоченной системой спинов и взаимодействие магнитных моментов таких систем между собой и окружающей матрицей приводит, при подходе к Θ со стороны высоких температур, к заметному обменному сужению ΔH при температурах более далеких от Θ , чем это предполагается законом $n = 1/4$. Наличием этих областей наверное может быть объяснено и отклонение g -факторов ферритов-гранатов как от значения парамагнитного g -фактора, так и от ферромагнитного. Можно говорить о чистом парамагнитном состоянии только при температурах больших, чем $\Theta + \Delta T_{\text{пер}}$.

В заключение автор выражает глубокую благодарность профессору К.П.Белову, прочитавшему рукопись и сделавшему ряд ценных замечаний.

Институт физических исследований
Академии наук Армянской ССР

Поступила в редакцию
7 августа 1973 г.

Литература

- [1] R.J.Birgeneau, L.W.Rupp, Jr., H.J.Guggenheim, P.A.Lindgard, D.L.Huber. Phys. Rev. Lett., 30, 1252, 1973.
 - [2] M.S.Seehra. Phys. Rev., 136, 3186, 1972.
 - [3] А.Г.Андерс, А.И.Звягин. ЖЭТФ, 63, 2180, 1972.
 - [4] Р.М.Уайт. Квантовая теория магнетизма, М., Изд. Мир, 1972, стр. 227.
 - [5] С.А.Мнацаканян, А.Ф.Марикян. ФТТ, 14, 1821, 1972.
 - [6] К.М.Белов. Ферриты в сильных магнитных полях, М., Изд. Наука, 1972, стр. 135
-