

ОДНОРОДНАЯ КРИТИЧЕСКАЯ РЕЛАКСАЦИЯ В ЖИГ В ДИПОЛЬНОЙ ОБЛАСТИ

И.Д.Лузянин, В.П.Хавронин

При исследовании однородной магнитной релаксации в ЖИГ была получена сильная сингулярность кинетического коэффициента $\Gamma_0 / \chi_{\text{СТ}}$ в дипольной области фазового перехода второго рода.

При экспериментальном исследовании однородной магнитной релаксации в парамагнитной фазе перехода второго рода радиочастотными методами необходимо учитывать то обстоятельство, что характерная энергия критических флуктуаций, описываемая в рамках динамической гипотезы подобия характерной энергией Γ_0 , стремится к нулю при приближении к точке перехода и может сравниться по величине с частотой переменного магнитного поля, на которой ведется исследование. Очевидно, что по этой причине справедливость соотношения между динамической восприимчивостью, $\chi(\omega)$, и характерной энергией, Γ_0 [1]

$$\chi(\omega) = \chi_{\text{СТ}} \frac{1/\Gamma_0}{-i\omega + 1/\Gamma_0} \quad (1)$$

(действительное при $\omega \ll \Gamma_0$)

особенно легко нарушается в непосредственной близости от T_c . Поэтому в дипольной области ($4\pi\chi_{\text{СТ}} \gg 1$) получить информацию о характере зависимости Γ_0 от относительной температуры τ ($\tau = \frac{T - T_c}{T}$) с помощью выражения 1) становится невозможным. В этом случае можно предложить иной способ определения температурного поведения Γ_0 , представляющее значительный интерес для понимания физики фазовых переходов. Действительно, χ зависит от частоты и в дипольной области, когда $\omega = 2\pi f$ порядка Γ_0 , возможна такая ситуация, что при некоторой частоте f_c действительная и мнимая части восприимчивости станут равными по величине. С другой стороны, согласно гипотезе динамического подобия динамическая восприимчивость является однородной функцией только характерной энергии Γ_0 :

$$\chi(\omega) \equiv \chi'(\omega) - i\chi''(\omega) = F(\omega/\Gamma_0) \equiv F'(\omega/\Gamma_0) - iF''(\omega/\Gamma_0).$$

Поэтому, если $\chi'(f_c) = \chi''(f_c)$, то должно соблюдаться равенство $F'(f_c/\Gamma_0) = F''(f_c/\Gamma_0)$. Таким образом, определив на разном удалении от T_c из зависимостей $\chi'(\omega)$ и $\chi''(\omega)$ частоту, при которой $\chi' = \chi''$, можно получить сведения о характере зависимости $\Gamma_0(\tau)$.

В ранее проведенных исследованиях однородной релаксации в феррите железо-иттриевого граната (ЖИГ) [2] частотный диапазон был недостаточен для определения в дипольной области (по данным [2] вели-

чина $4\pi\chi_{СТ} = 1$ приходится на $\tau \approx 1 \cdot 10^{-3} \Gamma_0(\tau)$ по значениям f_c . В то же время на основании зависимости вычисленных из выражения 1) значений Γ от частоты при $\tau < 1 \cdot 10^{-3}$ был сделан вывод, что, по-видимому, в дипольной области однородная релаксация не имеет лоренцова вида. По этим причинам в работе [2] не удалось определить температурную зависимость характерной энергии в дипольной области.

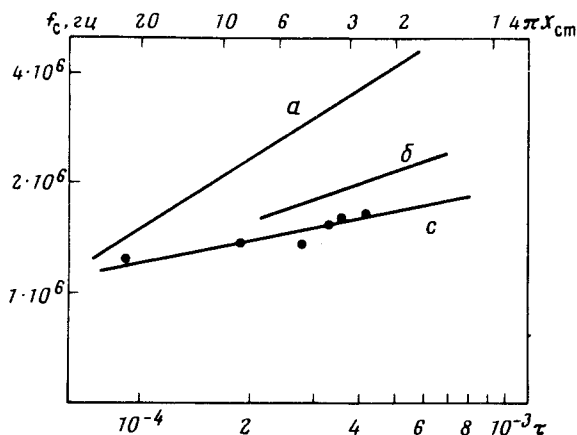


Рис. 1. Зависимость $f_c(\tau)$ (с). Пунктирные линии соответствуют теоретическим зависимостям $\Gamma_0 \sim \tau^{2/3}$ (а) [1] и $\Gamma_0 \sim \tau^{1/3}$ (б) [3]

В представленном сообщении приводятся результаты исследования однородной релаксации в дипольной области на том же монокристалле тороидальной формы, что и в работе [2]. Частотный диапазон (0,1 – 2,5 МГц) был выбран на основании оценок по работам [1] и [2] величины Γ_0 в дипольной области. Подход к точке Кюри был ограничен точностью ($\Delta T \approx (2 - 3) \cdot 10^{-3}$) поддержания температуры. Значения f_c при разных температурах определялись по пересечению зависимостей $\chi'(\omega)$ и $\chi''(\omega)$. Полученная таким образом зависимость f_c от τ приведена в логарифмическом масштабе на рис. 1. Для определения порядка величины $4\pi\chi_{СТ}$ значения $\chi_{СТ}$, полученные в работе [2] в области температур $\tau > 1 \cdot 10^{-3}$, были экстраполированы на дипольную область по закону $\chi_{СТ} \sim \tau^{-4/3}$. Экстраполированные значения $4\pi\chi_{СТ}$ отложены на верхней шкале рис. 1. Прежде всего необходимо отметить степенной характер зависимости $f_c(\tau)$, что свидетельствует о применимости гипотезы динамического подобия в исследуемом температурном интервале. Однако показатель этой зависимости значительно отличается от предсказуемого в работе [1] для случая однородной релаксации. Согласно [1] $\Gamma_0 \sim \tau^{2/3}$. Экспериментальное же значение критического индекса оказалось равным $(0,2 \pm 0,05)$. Вид зависимостей $\chi'(f)$ и $\chi''(f)$ (рис. 2) для разных температур дипольной области (кривые 3, 4, 5) показывают явно нелоренцовый характер однородной релаксации. В то же время следует подчеркнуть, что полученные зависимости при $\tau = 1 \cdot 10^{-3}$ (кривая б) в парамагнитной фазе и в ферромагнитной области (кривая 1) по крайней мере, близки к лоренцову виду.

Таким образом, приведенные выше результаты показывают большую сингулярность кинетического коэффициента, $\Gamma_0 / \chi_{СТ}$, чем предсказывается гипотезой подобия для дипольной области фазового перехода второго рода. Одно из возможных объяснений дано в работе [3], сог-

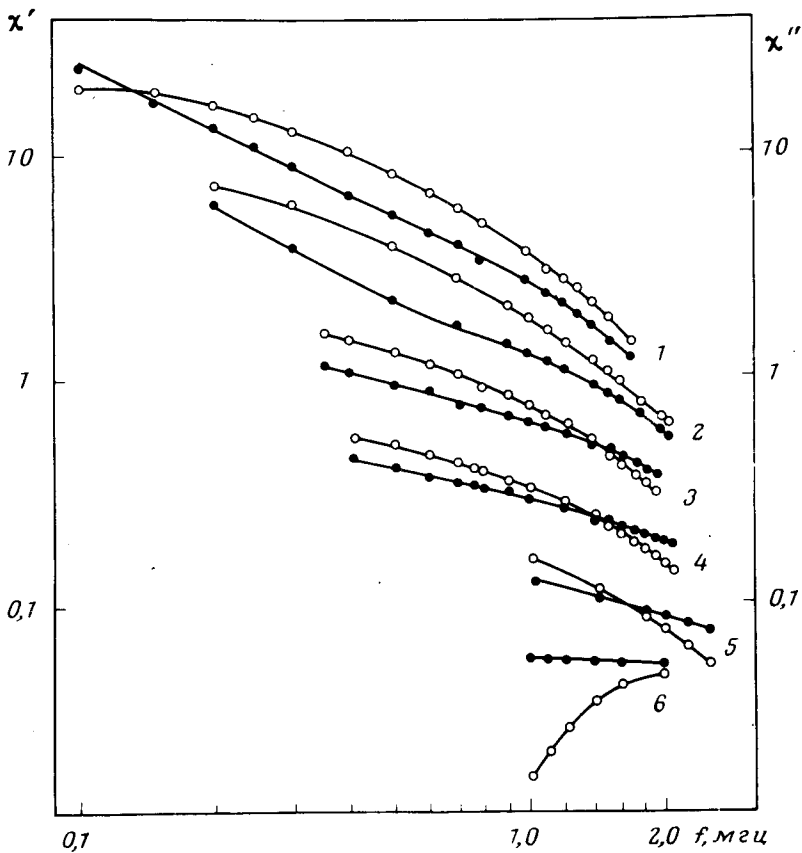


Рис. 2. Зависимости χ' и χ'' от частоты при разных относительных температурах: 1 - $\tau = -8 \cdot 10^{-5}$; 2 - $\tau = \sim + 6 \cdot 10^{-5}$; 3 - $\tau = + 1,9 \cdot 10^{-4}$; 4 - $\tau = + 2,8 \cdot 10^{-4}$; 5 - $\tau = + 4,2 \cdot 10^{-4}$; 6 - $\tau = + 1 \cdot 10^{-3}$. (Для сравнения зависимости $\chi'(f)$ и $\chi''(f)$ сдвинуты (кроме 1) по оси ординат)

ласно которой динамика ферромагнитных флуктуаций (а именно для них $\Gamma_0 \sim \tau^{2/3}$) в двух или более подрешеточном ферримагнетике может определяться полем антиферромагнитных флуктуаций и тем самым может измениться показатель температурной зависимости характерной энергии ферромагнитных флуктуаций. Из полученных результатов следует также отметить нелоренцовый характер релаксации при $4\pi\chi_{СТ} > 1$.

Авторы признательны Г.М. Драбкину и С.В. Малееву за постоянный интерес к работе и плодотворное обсуждение результатов.

Институт ядерной физики
им. Б.П. Константинова
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
16 июля 1977 г.

Литература

- [1] С.В. Малеев. ЖЭТФ, 66, 1809, 1974.
- [2] И.Д. Лузянин, В.П. Хавронин. ЖЭТФ, 73, вып. 12, 1977 г.
- [3] С.В. Малеев. Письма в ЖЭТФ, данный номер, стр. 623.