ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В ТЕТРАГОНАЛЬНЫХ АНТИФЕРРОМАГНЕТИКАХ (АФМ), ИНДУЦИРОВАННЫЕ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

Проф. Иваний В.С., доц. Медведовская О.Г., инж. Хоруженко О.А., д.ф.-м.н. Чепурных Г.К., Шамоня В.Г.

Изучению ориентационных фазовых переходов, индуцированных внешним магнитным полем $\vec{H}$ в легкоосных тетрагональных антиферромагнетиках (АФМ) CoF_2, FeF_2, MnF_2, посвящено много работ. Вместе с тем, трактовка экспериментальных результатов и теоретические исследования указанных АФМ вызвали определенные трудности.

В предлагаемой работе изучены особенности фазовых переходов как при $\vec{H} \parallel EMA$ (EMA – easy magnetization – axis), так и при произвольной ориентации $\vec{H}$.

Термодинамический потенциал используется в форме

$$F = (2M_0)[\frac{E}{2}\vec{m}^2 + \frac{a}{2}m_z^2 + \frac{b}{2}l_z^2 - d(l_x m_y + l_y m_x) + f l_x^2 l_y^2 - \vec{m}\vec{H}]$$

$$\vec{l} = \left(\vec{M}_1 - \vec{M}_2\right)/2M_o, \quad \vec{m} = \left(\vec{M}_1 + \vec{M}_2\right)/2M_o, \quad \vec{m} \perp \vec{l}$$

$$b < 0,\ f > 0,\ d > 0,\ E >> |b| >> f, \quad EMA \parallel OZ, \qquad (1)$$

Используются необходимые и достаточные условия существования минимума (1) и, в частности, показывается, что при $\vec{H} \parallel EMA$ переход из угловой фазы в состояние, когда результирующий магнитный момент $\vec{m}$ параллелен EMA, происходит в поле spin-flop перехода. Состояние в наклонном магнитном поле изучено на основе теории фазовых переходов Ландау и потенциал (1) записан в форме

$$\mathrm{F} = F_0 + A\theta_0^{\ 2} + B\theta_0^{\ 4}. \qquad (1a)$$

где θ_0- угол между $\vec{l}$ и базисной плоскостью). Из уравнения A=0 мы можем на фазовой диаграмме H_z, H_y определить критическую линию, на которой (и Выше которой) реализуется состояние $\vec{l} \perp EMA$. Из уравнений $A = 0$ и $B = 0$ определяется три критическая точка.

Приведем выражения для A и B при дополнительном ограничении $H_y^2 << (fE + 2d^2)$

$$A = H_z^2 + bE - H_z^2 \frac{2a+b}{E} + d^2 + dH_y - H_z^2 \frac{\left(H_y + 2d\right)^2}{2(fE + 2d^2)}, \qquad (2)$$

$$B = \frac{1}{3}[-H_z^2 - bE + H_z^2 \frac{5a+4b}{E} - d^2 - \frac{dH_y}{4} +$$
$$+ 2H_z^2 \frac{\left(H_y + 2d\right)\left(d - H_y\right)}{2(fE + 2d^2)} + \frac{3H_y H_z^4 \left(H_y + 2d\right)^3}{[2(fE + 2d^2)]^3}]. \qquad (3)$$

Из соотношений A=0 и (2) следует, что с ростом H_y, H_z также увеличивается. Если из соотношений определить H_z и поставить в (3), то мы обнаружим, что $B < 0$ и, следовательно, имеет место область фазового перехода первого рода. Такой же вывод следует и при использовании ограничения $H_y^2 << (fE + 2d^2)$.

Таким образом, мы видим, что при выполнении обычного условия $|b| >> f$ условие для критического угла $\psi_{cr} << 1$ не выполняется.

Полученные результаты необходимы при проведении экспериментальных исследований лекгоосных тетрагональных антиферомагнетиков.