

СПІНОННА ФОРМА ПОЛЯРНОЇ МОДЕЛІ: ТЕМПЕРАТУРИ НЕЕЛЯ І ВЕРВЕЯ ВУЗЬКОЗОННИХ МАТЕРІАЛІВ

На даний час дискусійними залишаються ряд питань теорії антиферромагнетизму в легованих МХД, де антиферромагнетизм стабілізується за рахунок непрямих катіон-катіонних взаємодій, а носії струму в магнітній підсистемі відіграють дестабілізуючу роль [1]. Так, в рамках відомих наближень Хаббард-I, Хаббард-III не отримується антиферромагнітний розв'язок в моделі Хаббарда. Залишається, у цьому зв'язку, проблемою і пояснення сильної залежності температури Нееля від ступеня легування у антиферромагнітних ВТНП-матеріалах. Існує також відома нееквівалентність між розглядом хаббардівського двохпідграткового антиферромагнетика методом функцій Гріна (відомі наближення не дають коректного результату) і підходом, який ґрунтується на теорії збурень. Подібно до цього вимагають поглибленого розгляду і питання, пов'язані із дослідженням впливу легування на температуру Вервея в матеріалах із зарядовим впорядкуванням.

В роботі запропонована спінонна форма t - J -моделі, на основі якої розглянуті означені вище питання. Якщо в t - J -моделі перейти до її представлення в спінонній формі, то ефективний гамільтоніан

$$H = -\mu \sum_{i\sigma} \alpha_{i\sigma}^+ \alpha_{i\sigma} + t(1-n) \sum_{i\sigma} \alpha_{i\sigma}^+ \alpha_{j\sigma} + \frac{J}{2} \sum_{ij\sigma} (\alpha_{i\sigma}^+ \alpha_{i\sigma} \alpha_{j\bar{\sigma}}^+ \alpha_{j\bar{\sigma}} + \alpha_{i\sigma}^+ \alpha_{i\bar{\sigma}} \alpha_{j\bar{\sigma}}^+ \alpha_{j\sigma}) ; \quad (1)$$

тут $\alpha_{i\sigma}^+$, $\alpha_{i\sigma}$ — оператори народження і знищення спінонів, t — інтеграл переносу спінона між сусідніми вузлами, J — інтеграл надобміну J_a в антиферромагнітному випадку або міжцентрове кулонівське відштовхування W у випадку зарядовпорядкованого стану, μ — хімічний потенціал, $n < 1$.

На основі (1) можна отримати наступний вираз для температури Нееля

$$\theta_N = 2(1-n)\varepsilon \operatorname{arth} \frac{4(1-n)\varepsilon}{(2-n)^2 z J_a}, \quad (2)$$

де $\varepsilon = w \langle \gamma^2(\vec{k}) \rangle^{1/2}$ (усереднення квадрата структурного фактора $\gamma(\vec{k})$ по нижній хаббардівській зоні, $w = zt$, $zJ_a \ll w$, z — число найближчих сусідів).

З формули (2) маємо, що при реалістичних значеннях параметрів антиферромагнетизм зникає при декількох відсотках дірок. Якщо $n > 1$, то θ_N дається виразом (2) із заміною $n \rightarrow 2-n$ і $w \rightarrow \tilde{w}$, де \tilde{w} може бути значно менше від w . На цій основі можна пояснити залежність температури Нееля від концентрації носіїв струму (в магнітній підсистемі) у вузькозонних матеріалах мотт-хаббардівського типу (зокрема, у сполуках $(V_{1-x}Ti_x)_2O_3$, Ni_xS_2 , високотемпературному надпровідному матеріалі $La_{2-x}Sr_xCuO_4$).

Вираз для температури Вервея (в матеріалах типу фаз Магнелі ванадію V_nO_{2n-1}) отримується з формули (2) заміною $J_a \rightarrow W$