

РАЗМЫТЫЙ МАГНИТНЫЙ ПЕРЕХОД В КВАЗИОДНОМЕРНОМ ФЕРРОМАГНЕТИКЕ PbMnVO_4

А.И. Панкрац^{1,2}, М.И. Колков^{1,2}, С.Н. Мартынов¹, С.И. Попков^{1,2},
А.А. Красиков¹, А.Д. Балаев¹

¹Институт физики им. Л.В. Киренского ФИЦ КНЦ СОРАН, Красноярск, Россия.

²Сибирский Федеральный Университет, Красноярск, Россия.

e-mail: pank@iph.krasn.ru

Температурные зависимости намагниченности и теплоемкости монокристаллического ферромагнетика PbMnVO_4 измерены вблизи температуры Кюри $T_C = 30,3$ К в одинаковых внешних магнитных полях. Магнитный вклад в теплоемкость показывает, что даже в нулевом магнитном поле переход в парамагнитное состояние размыт в значительном температурном интервале выше T_C . Размытие увеличивается с ростом внешнего магнитного поля. Предполагается, что этот эффект вызван квазиодномерным характером магнитной структуры кристалла. Исходя из значений T_C и парамагнитной температуры Кюри $\theta = 49$ К сделаны оценки параметров обменных взаимодействий внутри цепочки и между ними.

SMEARED MAGNETIC TRANSITION IN A QUASI-ONE-DIMENSIONAL FERROMAGNET PbMnVO_4 IN THE PRESENCE OF AN EXTERNAL MAGNETIC FIELD

A. Pankrats^{1,2}, M. Kolkov^{1,2}, S. Martynov¹, S. Popkov^{1,2}, A. Krasikov¹, A. Balaev¹

¹ Kirensky Institute of Physics, Federal Research Center KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

² Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: pank@iph.krasn.ru

Near the Curie temperature $T_C = 30.3$ K, the temperature dependences of the magnetization and heat capacity of a single-crystal ferromagnet PbMnVO_4 are studied in the same magnetic fields. Even in a zero magnetic field, the magnetic contribution to the specific heat shows that the transition is smeared in a considerable temperature range above T_C . The smearing increases with the external magnetic field. We assume that this effect is due to the quasi-one-dimensional character of the magnetic structure of this ferromagnet. Using the T_C value and the paramagnetic Curie temperature $\theta = 49$ K, the intrachain and interchain exchange interaction parameters are determined.

Монокристалл PbMnVO_4 был впервые выращен методом спонтанной кристаллизации из раствора в расплаве, кристаллическая структура и качество монокристаллов были подтверждены рентгеноструктурными исследованиями. Исследования магнитных свойств [1] показали, что

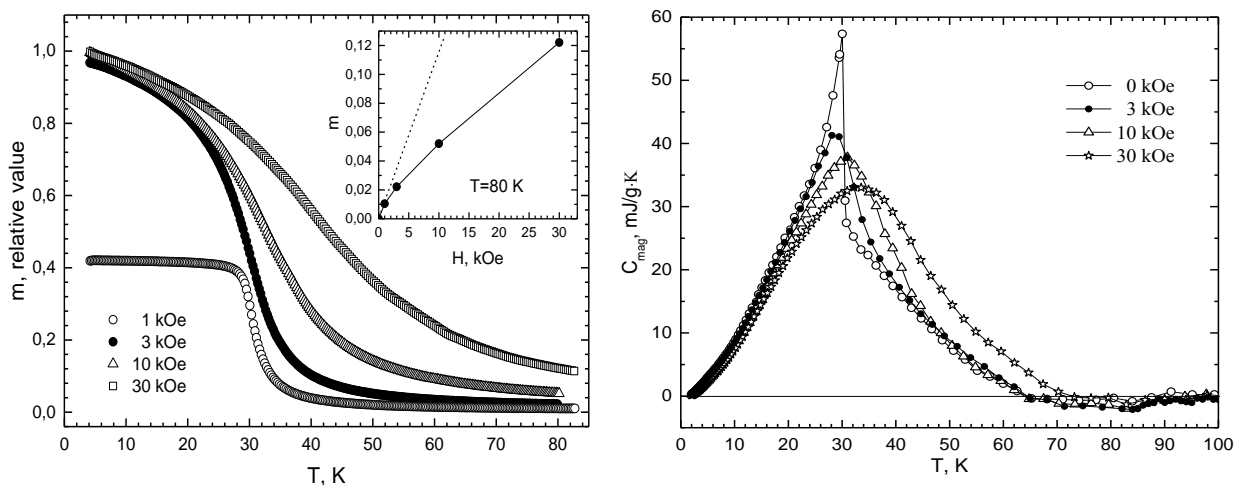


Рис. 1 - Температурные зависимости относительной намагниченности (слева) и магнитного вклада в теплоемкость (справа), измеренные в легком направлении в магнитных полях 1, 3, 10 и 30 кЭ. На вставке – полевая зависимость относительной намагниченности при $T = 80$ К.

это соединение является ферромагнетиком с температурой Кюри $T_c=30,3$ К и осью легкого намагничивания, совпадающей с ромбической осью a . Ферромагнитное обменное взаимодействие и сильная магнитная анизотропия в данном монокристалле обусловлены Ян – Теллеровскими искажениями кислородных октаэдров, в которых находится ион Mn^{3+} . Интерес к данному соединению связан с тем, что в магнитном поле намагниченность в области выше T_c убывает с ростом температуры значительно медленнее, чем предсказывает приближение среднего поля.

В работе измерены температурные зависимости намагниченности и теплоемкости в одинаковых внешних магнитных полях (рис. 1). Видно из рисунка, что переход в парамагнитное состояние размыт даже в нулевом магнитном поле, критическая область занимает значительный температурный интервал выше T_c . Размытие увеличивается с ростом внешнего магнитного поля.

В отсутствии внешнего поля магнитный вклад в теплоемкость имеет λ -образный пик в области T_c , а в магнитном поле пик уширяется и смещается в область высоких температур по мере увеличения поля. Оценка энтропии перехода из магнитной теплоемкости подтверждает чисто магнитный тип перехода. Как и в случае с температурными зависимостями намагниченности, магнитный вклад в теплоемкость сохраняется в нулевом поле до ~ 65 К, а в случае большого поля 30 кЭ – выше 70 К.

Сделано предположение, что затягивание перехода в сильном магнитном поле, а также значительное различие T_c и парамагнитной температуры Кюри $\theta = 49$ К обусловлены квазиодномерным характером магнитной структуры $PbMnVO_4$. С использованием оценки T_c из полевой теории Гинзбурга-Ландау [2] и парамагнитной температуры Кюри θ определены параметры обменного взаимодействия внутри цепочки $J \approx 20.2$ К и суммарного обменного взаимодействия между цепочками $z'J' \approx 8.8$ К, где $z' = 4$ – число соседних цепочек. Оценки применимости этой теории показывают, что она хорошо работает интервале температур от T_c до $T = S^2J \approx 80$ К. Выше этой температуры экспериментальные температурные зависимости намагниченности в сильном магнитном поле хорошо описываются приближением среднего поля с параметром обменного взаимодействия λ_θ , вычисленным из парамагнитной температуры θ .

Установленное различие параметров внутри- и межцепочечного обменных взаимодействий значительно меньше, чем в традиционных квазинизкомерных магнетиках. Из-за этого в кристалле в парамагнитной области отсутствует выраженный максимум теплоемкости, обусловленный установлением ближних магнитных корреляций, а размытие магнитного фазового перехода существенно больше, чем в трехмерных магнетиках с изотропным обменом.

На рис. 2 представлены результаты сравнения экспериментальной зависимости магнитного вклада в теплоемкость, измеренной в поле 30 кОе, с теоретическими зависимостями, вы-

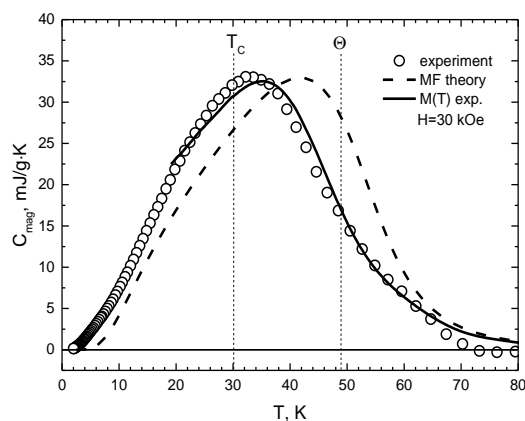


Рис. 2. Экспериментальные и теоретические температурные зависимости магнитного вклада в теплоемкость $PbMnVO_4$ в магнитном поле 30 кОе.

численными в рамках приближения среднего поля (пунктир) и с использованием экспериментальной зависимости $M(T)$ (сплошная). В последнем случае удовлетворительное согласие с экспериментом достигается не только при высоких температурах, но и вблизи T_c .

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 16-02-00563.

1. Pankrats A., Sablina K., Eremin M., et al. // JMMM. 2016. V. 414. P. 82-89.
2. Scalapino D.J., Imry Y., Pincus P. // Phys. Rev. B 1975. V. 11. P. 2042.