

УДК 538.214:538.222

DOI: 10.17223/00213411/64/5/166

О.К. КУВАНДИКОВ¹, Н.И. ЛЕОНЮК², В.В. МАЛЬЦЕВ², Н.Н. КУЗЬМИН², Х.О. ШАКАРОВ¹,
З.М. ШОДИЕВ¹, Б.У. АМОНОВ¹, О.А. СУЛАЙМОНОВ¹

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ХРОМОБОРАТОВ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Методом Фарадея в интервале 300–1200 К измерена температурная зависимость магнитной восприимчивости $\chi(T)$ редкоземельных боратов $\text{NdCr}_3(\text{BO}_3)_4$, $\text{SmCr}_3(\text{BO}_3)_4$ и $\text{LuCr}_3(\text{BO}_3)_4$. Установлено, что зависимости $\chi^{-1}(T)$ для каждой фазы подчиняются закону Кюри – Вейсса. Найдены температуры Кюри, температуры Нееля и магнитные моменты, соответствующие химической формуле кристаллов.

Ключевые слова: обменное взаимодействие, парамагнитная температура, магнитная восприимчивость, магнитный момент.

Введение

Кристаллы боратов со структурой природного минерала хантита $\text{CaMg}_3(\text{CO}_3)_4$ широко известны как многофункциональные материалы, потенциальные для создания ряда устройств ввиду их хорошей тепловой и химической стабильности. В последнее время интенсивно исследуется класс мультиферроиков – редкоземельные хромобораты $\text{RCr}_3(\text{BO}_3)_4$ (R – редкоземельный ион). Эти соединения показывают антиферромагнитный переход при низких температурах, а также обнаруживают слабые ферромагнитные моменты, связанные с антиферромагнетизмом [1].

Интерес к исследованию семейства хромоборатов вызван особенностями формирования их магнитной структуры, которая определяется взаимодействием редкоземельных ионов с ионами хрома. Магнитные свойства хромоборатов зависят от магнитного иона. Редкоземельная подсистема подмагничена $f-d$ -взаимодействием и дает существенный вклад в магнитную анизотропию и ориентацию магнитных моментов. Отметим, что магнитные свойства редкоземельных ферроборатов в настоящее время довольно хорошо исследованы, а для редкоземельных хромоборатов количество исследований ограничено [2].

Проведенные ранее магнитные исследования хромоборатов показали, что эти соединения антиферромагнитно упорядочиваются при температурах около 8 К ($\text{NdCr}_3(\text{BO}_3)_4$), 5 К ($\text{SmCr}_3(\text{BO}_3)_4$) [3] и 9.8 К ($\text{EuCr}_3(\text{BO}_3)_4$) [4], что значительно ниже температур магнитного упорядочения $T_N \sim 23\text{--}40$ К, характерных для подсемейства редкоземельных ферроборатов [5].

В настоящей работе наше внимание было направлено на редкоземельные хромосодержащие бораты $\text{RCr}_3(\text{BO}_3)_4$, в которых редкоземельный элемент должен вносить вклад в их магнитные свойства [1].

Цель данной работы – экспериментальное исследование температурной зависимости магнитной восприимчивости $\chi(T)$ редкоземельных хромоборатов $\text{RCr}_3(\text{BO}_3)_4$ в широком интервале температур (300–1200 К) и определение по зависимости $\chi^{-1}(T)$ основных магнитных характеристик этих боратов.

Исследование зависимости $\chi(T)$ хромоборатов проводилось относительным методом Фарадея (с использованием эталона) с помощью высокотемпературных маятниковых весов в избыточной атмосфере очищенного гелия [6, 7]. Максимальная относительная ошибка измерения χ не превышала 3%.

Результаты и их обсуждение

Экспериментальные зависимости $\chi(T)$ и $\chi^{-1}(T)$ изученных хромоборатов представлены соответственно на рис. 1 и 2. Анализ рис. 2 показывает, что на этих зависимостях наблюдаются изменения, т.е. каждая зависимость претерпевает по два излома. Изломы отмечаются при следующих температурах: для $\text{NdCr}_3(\text{BO}_3)_4$ – при 473 и 923 К, для $\text{SmCr}_3(\text{BO}_3)_4$ – при 553 и 943 К, а для $\text{LuCr}_3(\text{BO}_3)_4$ – при 493 и 833 К. Следует отметить, что после первого излома наклон зависи-

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>