

АНИЗОТРОПИЯ МАГНИТОКАЛОРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
В МОНОКРИСТАЛЛЕ ДВОЙНОГО ФТОРИДА LiGdF_4

Андреев Г.Ю.

Казанский (Приволжский) ФУ, Институт физики, Казань, Россия

e-mail: ujif28@mail.ru

Двойные фториды LiREF_4 ($\text{RE} = \text{Gd-Yb}$) представляют интерес для физики дипольного магнетизма. Кристаллическая структура этих соединений относится к группе симметрии $I4_1/a$ и аналогична структуре шеелита CaWO_4 , элементарная ячейка содержит два иона Re^{3+} в магнитоэквивалентных позициях с симметрией S_4 , что образуют две подрешётки [1]. Самый изотропный магнетик в этом семействе – LiGdF_4 , поскольку ионы Gd^{3+} обладают только спиновым угловым моментом $S = 7/2$. Этот фторид был признан хорошим материалом для низкотемпературного охлаждения методом адиабатического размагничивания, однако имеется недостаток знаний о его базовых магнитных свойствах. Так, магнитное упорядочение не было обнаружено вплоть до температуры 400 мК [2]. Предположительно, за запаздывание упорядочения отвечает обнаруженная недавно точная компенсация дипольного и обменного взаимодействий [3].

В данной работе представлены результаты исследования магнитокалорического эффекта в дипольном гейзенберговском магнетике LiGdF_4 путём измерения намагниченности монокристаллического образца (тонкой пластинки, вырезанной вдоль плоскости [010]). Изменение энтропии при изотермическом размагничивании от поля в 1 Тл. 2 Тл или 3 Тл определено в температурном интервале 2-10 К для двух основных направлений приложенного поля: вдоль кристаллических осей a или c . Магнитокалорический эффект оказался существенно анизотропным – эффективность охлаждения при $\mathbf{H} \parallel c$ превышает случай $\mathbf{H} \parallel a$ почти в два раза. Полученные результаты могут быть описаны в рамках теории молекулярного поля с учётом анизотропии парамагнитной температуры Кюри—Вейсса. Сравнение с материалами, используемыми для адиабатического размагничивания, а также с данными для поликристаллического образца LiGdF_4 [2], показывает значительное преимущество монокристалла LiGdF_4 в диапазоне гелиевых температур в умеренных магнитных полях (1-3 Тл), что открывает перспективы для практического применения.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда, проект № 22-22-00257, и Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ, (рост кристаллов и обработка данных) а также Программы стратегического академического лидерства Казанского федерального университета Приоритет-2030 (магнитометрия).

Литература

1. Aminov L.K., Malkin B.Z., Teplov M.A. Magnetic Properties of Nonmetallic Lanthanide Compounds // Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths, Vol. 22. 1996. P. 295–506.
2. Numazawa T., Kamiya K., Shirron P. et al. Magnetocaloric effect of polycrystal GdLiF_4 for adiabatic magnetic refrigeration // AIP Conference Proceedings, 2006, V. 850, p. 1579-1580.
3. Сосин С.С., Яфарова А.Ф., Романова И.В. и др. Определение параметров спинового гамильтониана в дипольно-гейзенберговском магнетике LiGdF_4 методом ЭПР // Письма в ЖЭТФ, 2022. Т. 116. вып. 11. с. 747-755.