

## МАГНИТОКАЛОРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАНГАНИТОВ $La_{1-x}(Ag, K)_xMnO_3$

А. Г. Гамзатов<sup>1</sup>, А. С. Манкевич<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт физики ДагНЦ РАН,

367003, Махачкала, Россия, e-mail: gamzatov\_adler@mail.ru

<sup>2</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Прямым методом исследованы температурные и магнитополевые зависимости магнитокалорического эффекта в манганитах  $La_{1-x}Ag_xMnO_3$  ( $x = 0.1; 0.15; 0.2$ ) и  $La_{1-x}K_xMnO_3$  ( $x = 0.1; 0.11; 0.13; 0.15; 0.175$ ). Обнаружены большие изменения температуры образцов при изменении магнитного поля на  $\Delta H = 10$  кОе. Температуры максимумов МКЭ находятся вблизи комнатных температур. Полевые зависимости магнитокалорического эффекта не показывают признаков насыщения в полях до 30 кОе.

**Ключевые слова:** магнитокалорический эффект; манганиты, допированные металлами.

Продолжающийся интерес исследователей к изучению физических свойств перовскитных манганитов обязан, прежде всего, обнаруженному в них эффекту колоссального магнитосопротивления (КМС), который может найти, а в некоторых случаях уже находит, практическое применение при решении конкретных задач в информационных технологиях. Исследования последних лет выявили в манганитах ряд новых эффектов с прикладными аспектами, такие как наличие большого магнитокалорического эффекта (МКЭ), что позволяет использовать их в качестве рабочего тела при создании твердотельных экологически чистых магнитных холодильников.

Среди таких манганитов наибольший интерес представляют манганиты, допированные одновалентными металлами, такими как Ag, K, Na. Основным преимуществом таких манганитов является высокая чувствительность их физических свойств к магнитному полю при комнатной температуре. Кроме того, температуры максимумов магнитокалорического эффекта и эффекта КМС приходятся на комнатные температуры [1–5]. Результаты имеющихся немногочисленных исследований магнитокалорических свойств манганитов, допированных одновалентными ионами, показывают довольно

широкий разброс значений МКЭ как по величине эффекта, так и по температуре максимума эффекта, что, в первую очередь, связано с керамической природой исследованных образцов, а также различными методами исследования.

В данной работе приводятся результаты экспериментального исследования магнитокалорических свойств манганитов  $\text{La}_{1-x}\text{Ag}_x\text{MnO}_3$  ( $x = 0.1; 0.15; 0.2$ ) и  $\text{La}_{1-x}\text{K}_x\text{MnO}_3$  ( $x = 0.05; 0.1; 0.11; 0.13; 0.15; 0.175$ ) как прямым методом, так и по данным теплоемкости. Керамические образцы  $\text{La}_{1-x}(\text{Ag}, \text{K})_x\text{MnO}_3$  были синтезированы на кафедре неорганической химии химического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова цитратным методом.

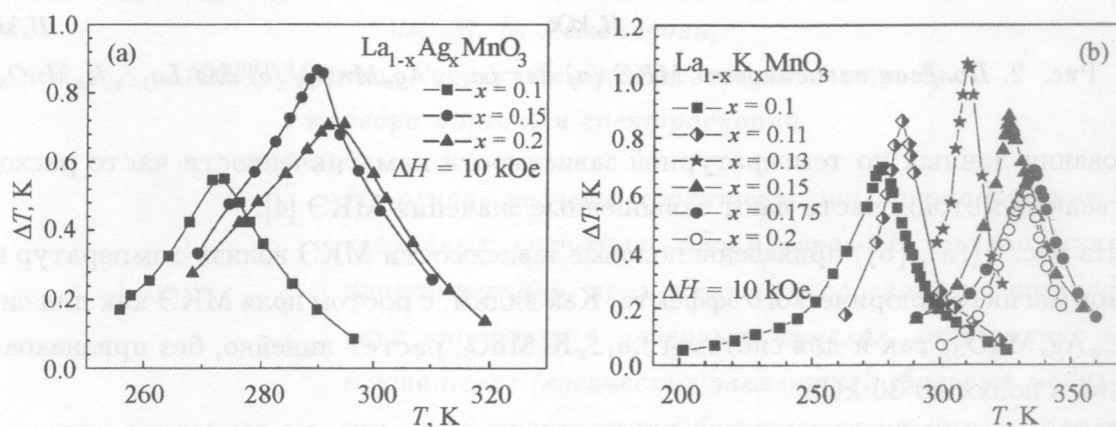


Рис. 1. Температурная зависимость МКЭ (а) для  $\text{La}_{1-x}\text{Ag}_x\text{MnO}_3$ , (б) для  $\text{La}_{1-x}\text{K}_x\text{MnO}_3$ .

Измерение МКЭ проводилось прямым методом. Метод основан на том, что при изменении внешнего магнитного поля мы напрямую с помощью термопары измеряем изменение средней температуры образца. Для манганитов такая процедура может привести к росту погрешности из-за относительно большой величины теплоемкости. Однако изменения температуры мы фиксировали с точностью  $\sim 0.02$  К, что обеспечивает достаточную достоверность полученных результатов.

На рисунке 1((а), (б)) приведены температурные зависимости магнитокалорического эффекта  $\Delta T$  в поле 10 кОе для образцов  $\text{La}_{1-x}\text{Ag}_x\text{MnO}_3$  ( $x = 0.1; 0.15; 0.2$ ) и  $\text{La}_{1-x}\text{K}_x\text{MnO}_3$  ( $x = 0.1; 0.11; 0.13; 0.15; 0.175$ ). Как видно из рисунков, для данных манганитов характерны большие значения МКЭ, и что самое важное, максимумы эффектов приходятся на комнатные температуры.

Сравнение наших результатов с литературными данными [1, 2, 5] показывает довольно широкий разброс значений МКЭ как по величине, так и по температуре максимума. Заметим, что результаты прямых измерений МКЭ и косвенных расчетов на

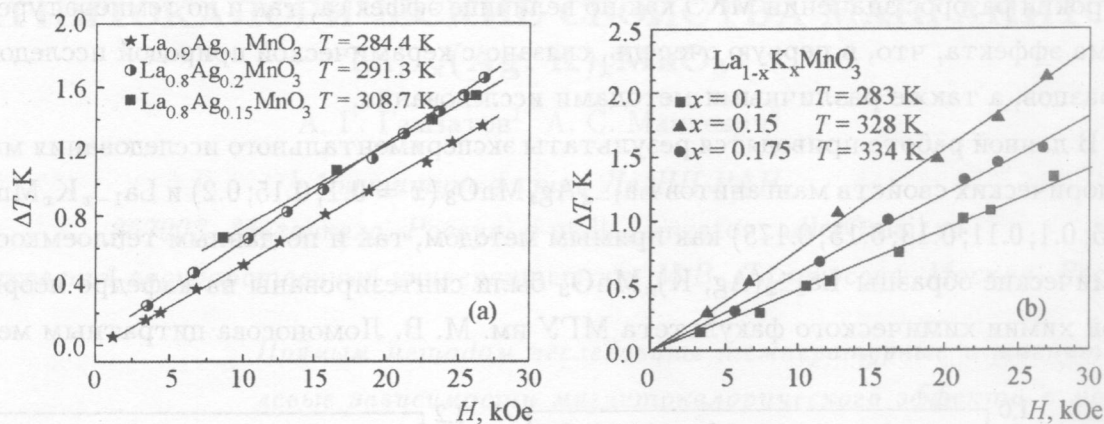


Рис. 2. Полевая зависимость МКЭ (а) для  $La_{1-x}Ag_xMnO_3$ , (б) для  $La_{1-x}K_xMnO_3$ .

основании данных по температурной зависимости намагниченности часто расходятся. Косвенные методы часто дают завышенные значения МКЭ [4].

На рис. 2 ((а), (б)) приведены полевые зависимости МКЭ вблизи температур максимумов магнитокалорического эффекта. Как видим, с ростом поля МКЭ как для системы  $La_{1-x}Ag_xMnO_3$ , так и для системы  $La_{1-x}K_xMnO_3$  растет линейно, без признаков насыщения в полях до 30 кОе.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (09-08-96533) и программы ОФН РАН "Сильнокоррелированные электроны в твердых телах и структурах".

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] L. Pi, M. Hervieu, A. Maigan, et al., *Solid State Commun.* **126**, 229 (2003).
- [2] Soma Das and T. K. Dey, *Journal of Alloys and Compounds* **440**, 30 (2006).
- [3] I. K. Kamilov, A. G. Gamzatov et al., *J. Phys. D: Appl. Phys.* **40**, 4413 (2007).
- [4] И. К. Камиллов, А. Г. Гамзатов, А. М. Алиев и др., *ЖЭТФ* **132**, 835 (2007).
- [5] M. H. Phan and S. C. Yu, *JMMM* **308**, 325 (2007).

По материалам 3 Всероссийской молодежной школы-семинара "Инновационные аспекты фундаментальных исследований по актуальным проблемам физики", Москва; ФИАН, октябрь 2009 г.

Поступила в редакцию 29 октября 2009 г.