

Термоэдс в магниторезистивных композитах на основе $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$



Кабилов Ю.В.¹, Утоплов А.А.¹, Попов В.Р.¹,
Сидоренко Е.Н.¹, Лянгузов Н.В.¹, Пруцакова Н.В.²
¹Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
²Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону.
salv62@mail.ru



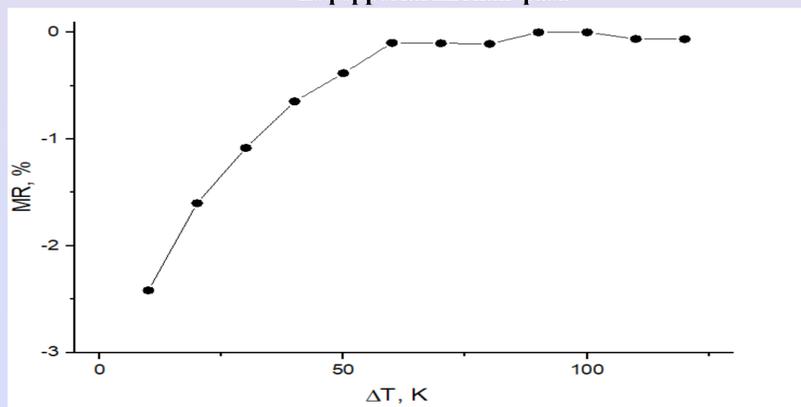
Цель и идеология экспериментального исследования

Цель нашей работы – изучение влияния постоянного магнитного поля на термоэдс синтезированных магниторезистивных композитных материалов на основе $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$. При внесении во внешнее поле композитов, синтезированных вблизи порога перколяции, величина термоэдс изменяется вследствие изменения электрического сопротивления, отрицательной магниторезистивности, что связано с межгранульным спин-зависимым туннелированием электронов в постоянном магнитном поле. Соотношение компонентов составило 80-85% массовых LSMO и 15-20 % оксида германия.

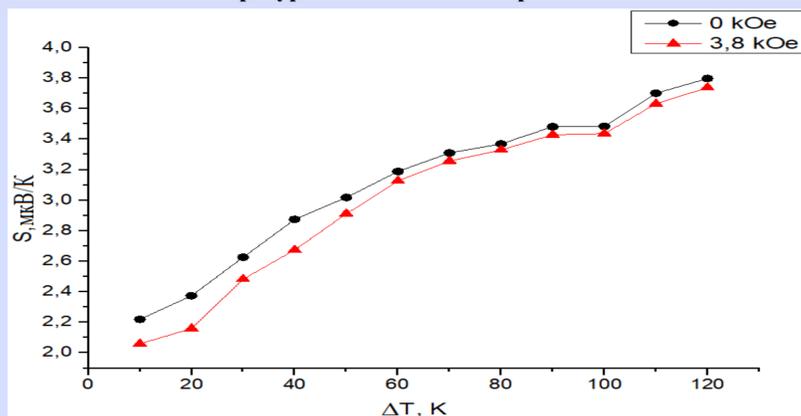
Расчетные формулы для относительного изменения коэффициента Зеебека (магнитотермоэдс) и магниторезистивности

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{S(H) - S(0)}{S(0)} \times 100 \quad MR = \frac{R(H) - R(0)}{R(0)} \times 100$$

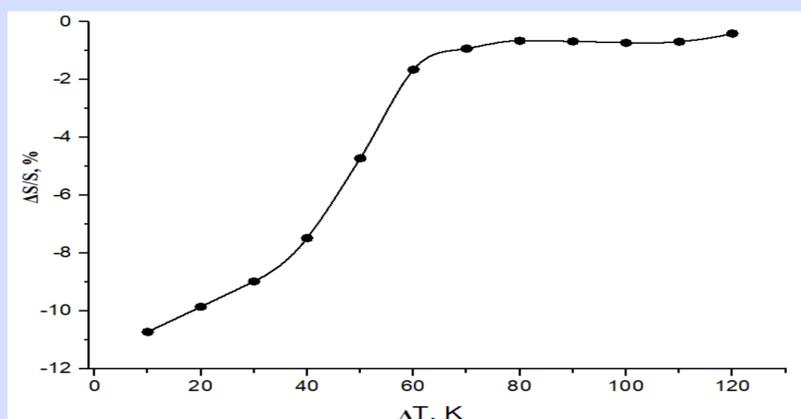
Зависимость магниторезистивности от разности температур в магнитном поле напряженностью 3,8 кЭ для образца 80% $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ /20%N, где N – неферромагнитная фаза



Температурная зависимость термоэдс



Температурная зависимость магнитотермоэдс, $b = 13, c = 3$



Зависимость магнитотермоэдс от разности температур до и после фазового перехода подчиняется следующим эмпирическим зависимостям:

До фазового перехода

$$\frac{\Delta S}{S} = k_0 \times (T_2 - T_1)^3 - b$$

где k_0, x_0 - нормировочные множители, a, b, c - константы, $k_0 = 0,000042$

После фазового перехода

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{x_0 \times \sqrt{T_2 - T_1 - a}}{T_2 - T_1 + a} - c$$

Выводы $x_0 = 35$

Таким образом, установлена зависимость термоэдс керамических магниторезистивных образцов, синтезированных вблизи порога перколяции 80% $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ /20%N, где N – неферромагнитная фаза, от температуры (до и после фазового перехода ферромагнетик-парамагнетик) и от наличия внешнего постоянного магнитного поля. Уменьшающее влияние постоянного магнитного поля на термоэдс до температуры фазового перехода (порядка 90 градусов Цельсия) связано с изменением влияния магнитного поля на электрическое сопротивление (а значит и на плотность носителей заряда).

Актуальность исследования

Влияние постоянного магнитного поля на термоэлектрические свойства материалов представляет интерес не только в научном плане, но и в практическом. Каков характер такого влияния? Какие составы могут быть подвержены такому влиянию? Эти вопросы ставятся в нашей работе.

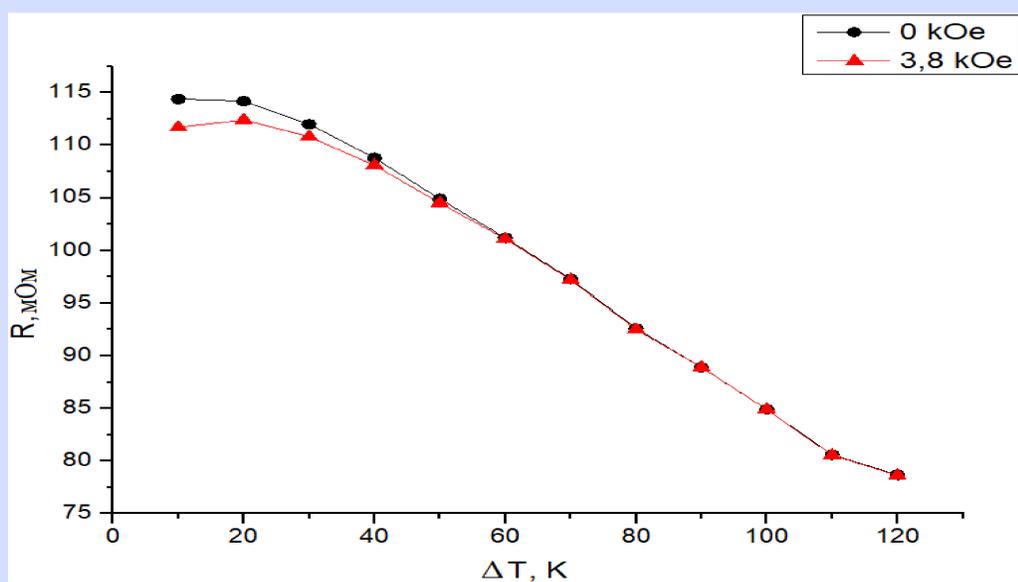
Эксперимент

К синтезированным композитам на серебряные электроды припаивались припоем ПОС-5-50 проводники, и подключались к цифровому измерителю Ц300 и другим измерителям напряжения и электрического сопротивления.



Вид экспериментальной установки

Зависимость электрического сопротивления образца от разности температур, $T_{\text{холодного}} = 35^\circ\text{C}$, заметна область фазового перехода FM в PM LSMO, 90°C



Литература

1. Королёва Л.И., Баташев И.К., Морозов А.С. и др. Связь гигантских термоэдс, магнитотермоэдс, магнитосопротивления и намагниченности с магнитнопримесными состояниями в $\text{Nd}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ и $\text{Sm}_{(1-x)}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ манганитах // Журнал технической физики. — 2018. — Т. 88, вып. 2. — с. 228-233
2. Нагаев Э. Л. Манганиты лантана и другие магнитные проводники с гигантским магнитосопротивлением // УФН. — 1996. — Т. 166, №8. — С. 833–858
3. Salazar D., Arias D., Durá O.J., López de la Torre M.A. Thermopower and electrical resistivity of $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ ($x = 0.2, 0.3$): Effect of nanostructure on small polaron transport // Journal of Alloys and Compounds. — 2014. — V. 583. — P.141–144
4. Mandal P. Temperature and Doping Dependence of the Thermopower in LaMnO_3 // Physical Review B. — 2000. — V. 61, № 21. — P. 14675-14680
5. Кабилов Ю.В., Богатин А.С., Лянгузов Н.В. и др. Отрицательная магниторезистивность композитной керамики $(1-x)\text{La}_{0.67}\text{Sr}_{0.33}\text{MnO}_3/x(\text{GeO}_2, \text{Li}_4\text{P}_2\text{O}_7)$ // Письма в журнал технической физики. -2016.-Т. 42.-Вып. 6., С. 1-5.