



II Международная научно-практическая конференция  
«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

# Переход ферромагнетик- антиферромагнетик в перовскитах типа $\text{La}_2\text{MnNiO}_6$

Лановский Роман Андреевич ,

rommelfiz1@gmail.com

16-18 сентября 2020 г  
Воронеж, Россия





«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

# Введение

Сложные оксиды со структурой перовскита на основе 3d-переходных и редкоземельных элементов являются перспективными материалами для использования в качестве электродов, катализаторов, мембран и т.д. В литературе имеются противоречивые объяснения возникновения антиферромагнетизма в манганитах, легированных ионами никеля, что обусловлено как разными условиями синтеза, так и недостатком экспериментальных данных. В данной работе приводятся результаты исследований влияния условий синтеза и концентрации ионов-заместителей на изменение доли ферромагнитных и антиферромагнитных обменных взаимодействий. [1-7]



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

# Методика эксперимента

Для понимания свойств манганитов, легированных ионами никеля, мы исследовали составы с разным содержанием стронция при фиксированном содержании никеля  $\text{La}_{1-y}\text{Sr}_y\text{Mn}_{0.65}\text{Ni}_{0.35}\text{O}_3$  ( $y \leq 0.3$ ), а также составы с разным содержанием никеля при фиксированном содержании стронция  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$  ( $x \leq 0.35$ ), синтезированные при разных температурах. Образцы синтезировались по обычной керамической технологии в два этапа. Предсинтез образца выполнялся при температуре 1050 °С в течение 10 часов. Окончательный синтез образцов твердых растворов  $\text{La}_{1-y}\text{Sr}_y\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$  ( $0.12 \leq x \leq 0.35$  и  $0 \leq y \leq 0.3$ ) проводился на воздухе при температуре 1250–1520 °С в течение 7-12 часов. Температура синтеза уменьшалась с увеличением содержания никеля и для получения образцов с малым размером зерна. Для поддержания стехиометрии по кислороду образцы охлаждались медленно со скоростью 50 °С/час до температуры 300 °С.



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

# Результаты и обсуждение

Переход ферромагнетик-  
антиферромагнетик в перовскитах типа  
 $\text{La}_2\text{MnNiO}_6$

Концентрация ионов никеля и стронция была выбрана предельной, при которой образцы были однофазны. Полученные в различных условиях образцы были исследованы методами дифракции нейтронов, магнитометрии и измерения магнитотранспортных свойств. Установлено, что образцы составов с  $0.12 \leq x \leq 0.35$  и  $0 \leq y \leq 0.3$  имеют ромбоэдрическую кристаллическую структуру (пространственная группа  $R\bar{3}c$ ).

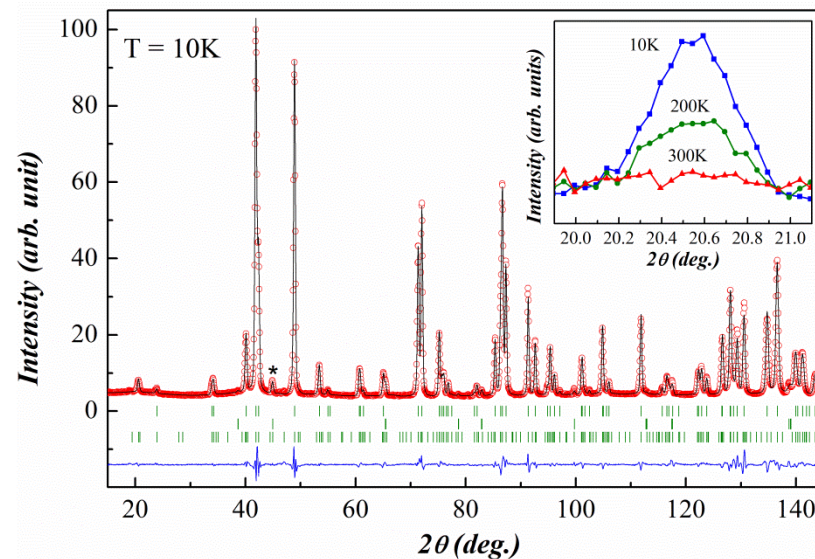


Рисунок 1. Нейтронограмма соединения  $x = 0.3, y = 0.3$   $T_{\text{сint}} = 1430 \text{ }^\circ\text{C}$ . На вставке показана температурная эволюция магнитного пика (1/2 1/2 1/2). Небольшой дифракционный пик, связанный с примесью NiO, отмечен звездочкой.



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

# Результаты и обсуждение

Переход ферромагнетик-  
антиферромагнетик в перовскитах типа  
 $\text{La}_2\text{MnNiO}_6$

Показано, что образцы, синтезированные при  $1430^\circ\text{C}$  характеризуются сосуществованием ферро- и антиферромагнитных фаз и наличием спин-стекольной компоненты. В составе  $x=0.3$  обнаружено антиферромагнитное упорядочение G-типа с точкой Нееля около  $230\text{K}$ . Понижение температуры синтеза ведет к появлению ферромагнитной компоненты с точкой Кюри около  $275\text{K}$ .

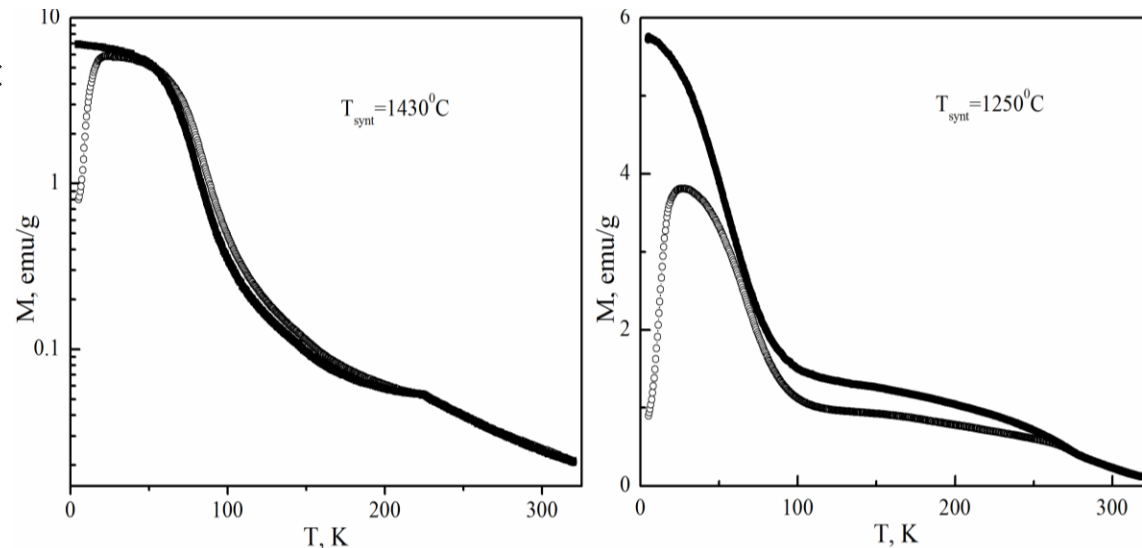


Рисунок 2. ZFC (открытые символы) FC (закрытые символы) температурные зависимости намагниченности при  $200\text{Oe}$  для образцов состава  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$ , синтезированных при различных температурах



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

# Выводы

Ферромагнитная компонента обусловлена положительными обменными взаимодействиями  $Ni^{2+} - O - Mn^{4+}$  и ионным упорядочением. Сделан вывод о том, что антиферромагнетизм в составе  $x = 0.3$  связан с сильными отрицательными обменными взаимодействиями  $Ni^{2+} - O - Ni^{2+}$  и  $Mn^{4+} - O - Mn^{4+}$  и отсутствием ионного упорядочения.



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

# Литература

1. B.Raveau, C.Martin, A.Maignan and M.Hervieu Insulator-metal like transition in air-synthesized Mn<sup>4+</sup>-rich La<sub>1-x</sub>Ba<sub>x</sub>MnO<sub>3</sub>: grain boundary phase effect / J. Phys.: Condens. Matter, 2002, Vol. 14, No. 6, pp. 1297-1306
2. Wu J., Leighton C. Glassy ferromagnetism and magnetic phase separation in La<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>CoO<sub>3</sub>// Phys. Rev. B 67(2003) 174408
3. Y.Tomioka, Y.Okimoto, J.H.Jung, R. Kumai and Y.Tokura Critical control of competition between metallic ferromagnetism and charge/orbital correlation in single crystals of perovskite manganites/ Phys. Rev. B, 2003, Vol. 68, No.9, pp.094417-1-094417-7
4. T.F.Creel, J.Yang, M.Kahveci, S.K.Malik, S.Quezado, O.A.Pringle, W.B.Yelon, and W.J.James Structural and magnetic properties of La<sub>0.7</sub>Sr<sub>0.3</sub>Mn<sub>1-x</sub>Ni<sub>x</sub>O<sub>3</sub> (x=0.4) / J. Appl. Phys., 2013, Vol. 114, No. 1, pp. 013911-1-013911-7
5. Feng J-W., Hwang L-P. Ferromagnetic cluster behaviors and magnetoresistance in Ni-doped LaSrMnO<sub>3</sub> systems // Appl. Phys. Lett., 1999, Vol. 75, No. 11, pp. 1592-1594
6. Z.H.Wang, J.W.Cai, B.G.Shen, X.Chen and W.S.Zhan Exchange interaction, spin cluster and transport behaviour in perovskites La<sub>0.67</sub>Sr<sub>0.33</sub>(Mn<sub>1-x</sub>Ni<sub>x</sub>)O<sub>3</sub> (x≤0.2) / J. Phys.: Condens. Matter., 2000, Vol. 12, No. 5, pp. 601-610
7. O.Toulemonde, F.Studer, Raveau B. Magnetic interactions studies of Co and Ni-doped manganites using soft XMCD / Solid State Commun., 2001, Vol. 118, No. 2, pp. 107-112



**Спасибо за внимание**