

А. Е. Пермякова, О. В. Русских, А. А. Остроушко

Уральский федеральный университет

e-mail: nastia.permiakova@yandex.ru

**ХАРАКТЕРИСТИКИ СИНТЕЗА В РЕАКЦИЯХ ГОРЕНИЯ, СТРУКТУРА  
И КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПЕРОВСКИТОВ  $\text{La}_{0.9}\text{M}_{0.1}\text{MnO}_3$   
(M-Li-Cs): ВЛИЯНИЕ ДОПИРУЮЩЕГО ИОНА,  
СОСТАВА ПРЕКУРСОРОВ\***

Манганит лантана со структурой перовскита, в том числе допированный ионами различных металлов, находит применение в разных областях техники, в том числе как компонент твердооксидных топливных элементов, для защиты атмосферы от выбросов токсичных веществ и т.д. Сложнооксидные материалы на основе манганита лантана, допируемого ионами щелочных металлов, перспективны как эффективные катализаторы, не содержащие металлы платиновой группы, в реакциях окисления углеродсодержащих веществ: сажа, монооксид углерода и др. Важным моментом для обеспечения требуемых характеристик материалов, в частности их каталитической активности и устойчивости в рабочих средах, являются условия синтеза сложнооксидных соединений.

Сложные оксиды со структурой перовскита  $\text{La}_{0.9}\text{M}_{0.1}\text{MnO}_{3\pm y}$  (M = Li, Na, K, Rb, Cs) были синтезированы методом пиролиза ПСК – полимерно-солевых композиций (вариант метода Solution Combustion Synthesis). Готовили композиции, содержащие нитраты соответствующих металлов и органический компонент, в стехиометрическом соотношении или при двукратном избытке последнего. Стехиометрическое соотношение было рассчитано по реакции горения с образованием азота, воды и углекислого газа в качестве газообразных продуктов реакции. В качестве субстрата использовался пеноникель (диаметр пор 2–3 мм). На носителе был предварительно получен оксидный подслои при выдержке на воздухе (550 °C, 1 час). Промежуточный слой оксида никеля NiO защищает субстрат от деградации и служит для обеспечения адгезии сложного

оксида с поверхностью носителя. При проведении исследований на субстрат наносили пульверизатором суспензию в гексане, состоящую из синтезированного в реакциях горения перовскита разных составов и «реальной» сажи (продукт неполного сгорания топлива в вертолетных турбинах) 1:4 по массе. Таким образом обеспечивали плотный контакт сажи и катализатора.

При синтезе перовскитов изучено влияние состава ПСК на характеристики процессов горения – температуру, интенсивность возникновения разности потенциалов земля-прекурсор, состав пиролитических газов. Измерение интенсивности генерирования зарядов в процессе пиролиза проводилось при нагревании исходных композиций, включающих нитраты и ПВС, ПВП на электрической плите, спиртовке и в ходе горения без подвода тепла от внешнего источника. Возникновение зарядов в прекурсоре при выходе в газовую среду заряженных молекул приводит к взаимному отталкиванию получаемых наночастиц (20–100 нм) образующегося материала, что влияет на морфологию и размеры как самих частиц, так удельную поверхность, возможность обеспечения более плотного контакта с частицами сажи при катализе. Установлено, что воздействие переменного электромагнитного поля от нагревателя электрической плитки приводит к увеличению интенсивности генерирования зарядов за счет снижения работы выхода электронов из получаемых проводящих наночастиц и ускорения в газовой среде возникающих заряженных молекулярных образований.

Определен фазовый состав образцов, рассчитаны параметры элементарной ячейки и ее объем (пр. гр.  $R-3c$ ) в зависимости от вводимого допанта. Измерена удельная поверхность, гранулометрический состав, изучена морфология поверхности образцов, каталитическая активность порошковых и нанесенных катализаторов (гравиметрический метод: окисление сажи кислородом воздуха). Выявлена зависимость указанных свойств перовскитов от состава допантов и состава ПСК. Наблюдаемые отклонения от общих зависимостей для образцов, содержащих Li, связаны с отличием его координационного числа от других щелочных металлов. Введение ионов щелочного металла существенно повышает

каталитическую активность манганита лантана, так же как нанесение каталитического материала на пеноникель. Интенсивное генерирование электрических зарядов в ходе синтеза оказывает положительное воздействие на целевую характеристику сложных оксидов. Обнаружена также корреляция между каталитической активностью и термической устойчивостью карбонатов щелочных металлов, связанной с их ионным радиусом, что может указывать на механизм каталитического окисления сажи через образование неустойчивых карбонат-подобных комплексов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ – грант № 19-03-00230\_а.*