**Синтез катализаторов паровой конверсии этанола на основе силикатов лантана и празеодима со структурой апатита**

***Лопатин М.Ю.1, Фёдорова А.А.1, Морозов И.В.1, Фёдорова Ю.Е.2, Смаль Е.А.2, Маслаков К.И.1, Верченко В.Ю.1, Петухов Д.И.1, Шаталова Т.Б.1, Рогов В.А.2, Еремеев Н.Ф.2, Садовская Е.М.2, Садыков В.А.2***

*Студент, 4 курс специалитета*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*химический факультет, Москва, Россия*

*2Институт катализа имени Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск, Россия*

*E-mail: maksim.lopatin@chemistry.msu.ru*

Паровая конверсия этанола является основой будущей водородной энергетики, поэтому поиск и получение катализаторов данной реакции представляет собой актуальную задачу. Целью нашей работы был синтез и исследование катализаторов на основе силикатов лантана и празеодима со структурой апатита с нанесённым NiO.

Синтез проводили модифицированным золь-гель методом с использованием темплата, в качестве которого применяли β-циклодекстрин (β-CD) и мочевину (U), а также в ряде случаев вводили добавку неионогенного ПАВ Brij 58. В работе изучалось влияние неионогенного ПАВ, добавленного при синтезе, а также замены лантана на празеодим на свойства полученных катализаторов.

Были получены образцы состава NiO/Ln9.33Si6O26 (ω(NiO)=6.3 вес. %, Ln = La, Pr), которые обозначены шифрами вида X-Y, где X отражает металл, входящий в структуру апатита (La или Pr), Y – концентрацию Brij 58 (в мМ) в исходном растворе. В работе было получено и исследовано четыре образца: P-B0, P-B10, L-B0, L-B10.

По результатам термического анализа, проведённого после сушки гелей-предшественников образцов, было установлено, что гели, содержащие нитраты одного и того же элемента, имели сходный характер разложения.

После отжига при 800 °C на рентгенограммах всех образцов наблюдалось характерное гало в области 14-35 ° по шкале 2θ, а также рефлексы фаз NiO, La9.33Si6O26 для образцов L-B0 и L-B10 и NiO, Pr9.33Si6O26 для образцов P-B0 и P-B10.

В профилях температурно-программированного восстановления водородом (Н2-ТПВ) образцов P-B0 и P-B10 в интервале температур 100-900 °C наблюдали три перекрывающихся пика. Для образца L-B10 наблюдался ещё один пик ТПВ с максимумом при 580 °C. С помощью РФЭС исследования по *in-situ* восстановлению образцов в каталитической ячейке спектрометра было отмечено наличие нескольких форм Ni2+, в том числе NiO, который восстанавливается в токе водорода до металлического Ni.

Метод температурно-программированного изотопного обмена с использованием C18O2 показал, что образец L-B0 обладал наибольшей подвижностью кислорода в объёме: для него доля замещённого до 600 °С кислорода составила 62 %, а для образцов L-B10,   
P-B0 и P-B10 – 43-47 %. Также в работе проведена оценка коэффициентов диффузии и их сравнение для разных образцов.

Образцы L-B10, P-B0 и P-B10 были испытаны в реакции паровой конверсии этанола. Оптимальными условиями для стабильной работы катализатора являлись его восстановление и проведение реакции при 600 °C. Образцы работали стабильно с конверсией EtOH от 84 % до 100 % и выходом водорода от 40 % до 70 %. Паровая конверсия СО оказывала влияние на общий выход водорода и соотношение Н2/СО. В качестве побочного продукта наблюдалось образование ~0.1 % CH4. Показано, что все изученные образцы способны работать стабильно в течение 5 часов, при этом наибольший выход водорода наблюдался для образца L-B10 (~65 %).

*Авторы работы выражают благодарность к.х.н., доц. Спиридонову Ф.М. за проведение РФА. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ №* *22-72-10034.*