

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова
Сибирского отделения Российской академии наук»
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Ордена Трудового Красного Знамени
Институт нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева Российской академии наук
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр
«Казанский научный центр Российской академии наук»
Общественная организация
«Республиканское химическое общество им. Д.И. Менделеева Татарстана»
Научный совет по катализу Отделения химии и наук о материалах РАН

IV Российский конгресс по катализу

«РОСКАТАЛИЗ»

20 - 25 сентября 2021 г.

Казань

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

<http://conf.nsc.ru/RusCat-2021/ru>

Ag-CeO₂/SBA-15 системы в качестве сорбентов-катализаторов для удаления летучих органических соединений из воздуха

Михеева Н.Н.¹, Зайковский В.И.², Мамонтов Г.В.¹

1 – Томский государственный университет, Томск, Россия

2 – Институт катализа СО РАН, Новосибирск, Россия

natlitv93@yandex.ru

В настоящее время летучие органические соединения (ЛОС) широко применяются в различных областях промышленности в качестве прекурсоров и растворителей [1]. Однако, ЛОС оказывают разрушительное действие на окружающую среду и здоровье человека, что требует разработки эффективных методов удаления ЛОС из воздуха. Существует множество методов борьбы с выбросами ЛОС в воздух, однако многие из них весьма ограничены в применении на практике [2, 3, 4]. Большой практический интерес представляет сочетание методов сорбции и каталитического окисления ЛОС до CO₂ и воды. Совместное использование этих двух подходов позволит использовать системы как при комнатной, так и при повышенной температурах, что значительно расширит границы их применения. Для данного исследования были выбраны системы на основе серебра и мезопористого упорядоченного силиката SBA-15, сочетающие в себе высокую удельную поверхность SBA-15 и его уникальные сорбционные свойства, а также высокую каталитическую активность наночастиц серебра и модифицирующей добавки CeO₂ в реакциях окисления.

Целью настоящей работы является разработка сорбционно-каталитических материалов на основе SBA-15 с наноразмерными частицами Ag и CeO₂ для удаления ЛОС из воздуха. Основная идея работы состоит в использовании особой упорядоченной структуры SBA-15 в качестве нанореакторов для формирования и стабилизации частиц активного компонента (серебро и оксид церия) размером менее 5 нм, а также сорбента с высокой сорбционной ёмкостью благодаря высоким значениям удельной поверхности и объёма пор.

Для данного исследования методом темплатного синтеза с использованием триблоксополимера Pluronic P123 в качестве темплата был синтезирован SBA-15. На его основе методом пропитки по влагоемкости была приготовлена серия образцов с серебром (10 мас.%) и оксидом церия (20 мас.%). Полученные образцы исследованы комплексом физико-химических методов, оценены их сорбционные и каталитические свойства в поглощении и последующем глубоком окислении ЛОС, а также особенности взаимодействия толуола с поверхностью сорбционно-каталитических материалов.

Методами низкотемпературной адсорбции азота, РФА, ПЭМ и ТПВ было показано, что совместное использование лимонной кислоты в качестве добавки, стабилизирующей ионы Ce³⁺ в растворе, и упорядоченной пористой структуры SBA-15 в качестве нанореакторов, приводит к образованию равномерно распределенных на поверхности SBA-15 частиц серебра и оксида церия размером преимущественно менее 5 нм. На рисунке 1 изображены кривые каталитического окисления метанола. Как видно из данных рисунка полученные катализаторы являются достаточно активными – 100% конверсия достигается при

температуре ниже 130 °С. Наиболее активным является катализатор, приготовленный с использованием лимонной кислоты, ($T_{98\%}=106$ °С). Это связано с равномерным распределением серебра и оксида церия на поверхности SBA-15, которое приводит к лучшему взаимодействию частиц серебра и оксида церия и благоприятно сказывается на каталитических свойствах полученных систем. Схожая картина наблюдается в реакциях окисления СО ($T_{98\%}=72^{\circ}\text{C}$) и толуола ($T_{98\%}=233$ °С).

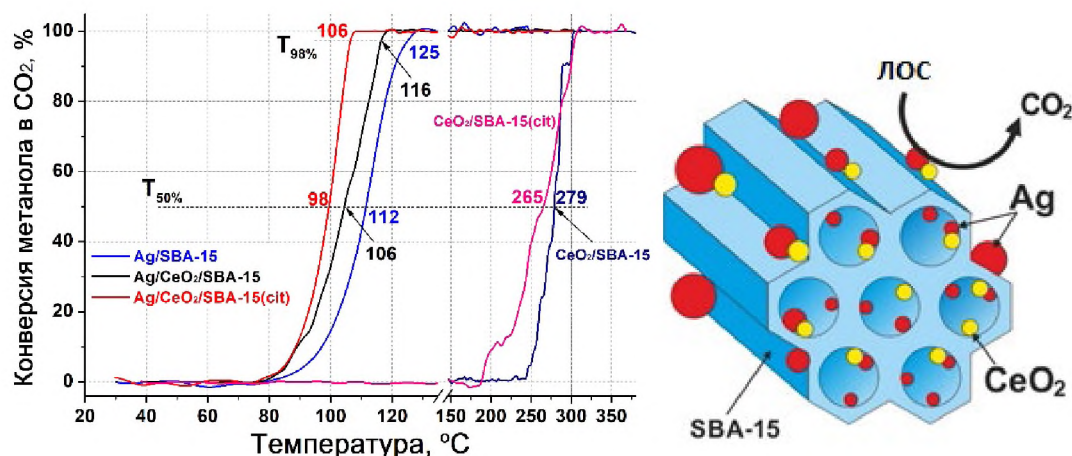


Рис. 1. Каталитические свойства полученных катализаторов в окислении метанола

После проведения ряда каталитических исследований были проведены исследования характера взаимодействия ЛОС с поверхностью катализаторов на примере адсорбции толуола. Исследования проводились методом ТПД толуола. Было установлено, что образец SBA-15 характеризуется температурой десорбции молекулярного толуола около 130 °С, в то время как для образца, содержащего серебро и оксид церия, характерна десорбция при более высоких температурах (выше 200 °С). Полученные данные свидетельствуют о том, что на поверхности частиц Ag и CeO₂ происходит хемосорбция толуола, а при нагреве выше 200 °С наблюдается выделение продуктов деструкции/окисления толуола, в первую очередь CO₂ и воды.

Таким образом, присутствие на поверхности SBA-15 взаимодействующих частиц Ag и CeO₂ обеспечивает образование химически связанного толуола, что приводит к увеличению активности катализатора в реакции глубокого окисления толуола. Показано, что катализаторы на основе композиции Ag-CeO₂/SBA-15 являются перспективными для использования как в качестве сорбента (при комнатной температуре), так и катализатора (при повышенных температурах) удаления летучих органических соединений из воздуха.

Благодарности: Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект №. 19-33-90189

Литература:

- [1] Yang C. et al. //Chemical Engineering Journal. 2019. V. 370 P. 1128-1153
- [2] Qin L. et al. //Waste Management. 2020. V. 105. P. 317-327.
- [3] Ouzzine M. et al. //Carbon. 2019. V. 148. P. 214-223.
- [4] Chung W. C. et al. //Catalysis Reviews. 2019. V. 61. №. 2. P. 270-331.