

Влияние добавок CeO_2 на физико-химические и каталитические свойства $\text{Ag}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ -катализаторов глубокого окисления толуола*

А.С. Савельева¹, Д.А. Понизовная¹, Г.В. Мамонтов¹

¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Рассмотрено влияние добавок CeO_2 на физико-химические и каталитические свойства $\text{Ag}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ -катализаторов глубокого окисления толуола. Установлено, что введение добавки CeO_2 в состав носителя способствует увеличению дисперсности оксидов, а также реакционной способности поверхности $1\text{Ce}6\text{Fe}$ образца. Установлен синергетический эффект каталитического действия в реакции глубокого окисления толуола для образца $\text{Ag}/1\text{Ce}6\text{Fe}$, заключающийся в повышении реакционной способности за счет взаимодействия дисперсных оксидов CeO_2 и Fe_2O_3 и нанесенного серебра.

Ключевые слова: серебро, оксид церия, оксид железа, окисление толуола, синергетический эффект.

Введение

Толуол относится к летучим органическим соединениям (ЛОС) и выделяется в атмосферу в составе промышленных выбросов полимерных и лакокрасочных производств. Толуол является опасным загрязнителем, негативно влияющим на состояние окружающей среды и здоровье человека, поэтому контроль над количеством выбросов и уменьшение концентрации толуола является важной задачей для многих производств. В настоящее время применяются различные технологии очистки газовых выбросов от ЛОС: адсорбция, абсорбция, биоразложение и каталитическое окисление [1]. Каталитическое глубокое окисление толуола до CO_2 и воды считается наиболее экономичным и эффективным методом разложения ЛОС при относительно низких температурах. Наиболее эффективными катализаторами в окислении ЛОС являются благородные металлы, такие как Pt, Pd [2, 3], нанесенные на различные носители. Однако их высокая стоимость ограничивает практическое применение и побуждает разрабатывать альтернативные катализаторы.

Перспективными по сравнению с дорогостоящими Pt- и Pd-катализаторами являются катализаторы на основе переходных металлов, уже используемые в промышленности Cu-содержащие катализаторы [4], а также Ag-содержащие катализаторы, проявляющие высокую активность в реакциях окисления ЛОС, что подтверждается ростом интереса к дизайну нанесенных Ag-катализаторов [5], управлению взаимодействием металл – носитель [6], получению биметаллических Ag-содержащих катализаторов [7]. Для Ag-катализаторов в качестве носителей обычно используются как «инертные» носители, такие как SiO_2 и Al_2O_3 , так и оксиды переходных металлов, к которым относятся MnO_x , CeO_2 , ZrO_2 , Fe_2O_3 и др. [8–10]. Среди оксидных носителей CeO_2 считается одним из наиболее активных благодаря своим уникальным окислительно-восстановительным свойствам, высокой кислородной емкости и сильному взаимодействию с нанесенными металлами [11]. Перспективным является комбинирование оксидов церия и с другими оксидами для увеличения общей кислородной емкости, дисперсности частиц, их реакционной способности, кооперации с окислительными центрами нанесенного серебра или других благородных металлов, что в совокупности определяет увеличение активности в реакциях глубокого окисления [12, 13]. Выбор оксидов железа в качестве компонента носителя обусловлен собственной активностью в процессах глубокого и селективного окисления, высокой доступностью, а также возможностью стабилизации нанесенных благородных металлов в высокодисперсном состоянии, включая стабилизацию одноатомных (single-atom) центров [14].

Цель работы – установление влияния добавок CeO_2 на физико-химические свойства Fe_2O_3 , а также установление эффекта Ag, нанесенного на оксидные CeO_2 - Fe_2O_3 -носители, в реакции глубокого окисления толуола.

* Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, грант № 23-73-10152.