

З.Т. Жексенбаева^{1,2}, Р.О. Сарсенова^{1,3}, С.А. Тунгатарова^{1,2},
Т.С. Байжуманова^{1,2}, С.И. Жевнитский⁴, С.В. Романенко⁵

¹Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, Алматы, Казакстан;

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казакстан;

³Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казакстан;

⁴Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казакстан;

⁵Томский политехнический университет, Томск, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ Ni-СОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ

Аннотация. Проблема химической безопасности и санитарной защиты воздуха особенно актуальна в связи с увеличением вредных выбросов промышленных предприятий, которые оказывают сильное токсическое воздействие. Многие химические соединения (толуол, ксилол, стирол, фенол, трикрезол, минеральные спирты, СО и т.д.), которые негативно влияют на живые организмы и флору, являются вредными токсичными выбросами от промышленных предприятий. В соответствии с Парижским соглашением, принятым 12 декабря 2015 года и подписанным 22 апреля 2016 года в дополнение к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, развитые страны и страны с переходной экономикой должны сократить или стабилизировать выбросы парниковых газов. Содержание вредных выбросов выше ПДК в промышленных цехах и атмосферном воздухе в городах оказывает негативное воздействие на живые организмы и приводит к различным заболеваниям, тем самым создает угрозу безопасности окружающей среды. Толуол, ксилол и этилбензол являются основной частью растворителей, используемых в различных отраслях промышленности, которые присутствуют в газообразных выбросах. Токсичное и вредное воздействие вредных выбросов на живые организмы можно проследить на примере толуола - основного компонента токсичных органических газообразных выбросов, которые присутствуют в выбросах мебельной, лакокрасочной, кабельной, полиграфической и других отраслей промышленности. Например, вдыхание толуола с концентрацией 250 мг м^{-3} в течение 2 ч приводит к снижению частоты сердечных сокращений, нарушению речи, координации движений. Длительное вдыхание толуола, который присутствует в составе клея, лаков, красок и т.д., вызывает нейротоксические отклонения, которые приводят к клиническим последствиям - галлюцинациям, сонливости, попыткам самоубийства, нарушениям зрения и судорогам.

Как правило, катализаторы на основе благородных металлов (Pt, Pd), которые обладают высокой активностью (95 - 100%) при полном окислении органических веществ, используются в основном для очистки отходящих газов промышленных предприятий. Условия дефицита и высокая стоимость металлов платиновой группы приводят к необходимости разработки новых подходов к созданию высокоэффективных полиоксидных катализаторов, не содержащих благородных металлов, способных проявлять высокую термостойкость и стойкость к отравлению и устойчивых в течение длительного срока эксплуатации. Создание катализаторов для очистки газов, которые не содержат благородных металлов или содержат их в небольших количествах, является важной целью. В этом контексте актуальны разработки высокоэффективных полиоксидных катализаторов, которые не содержат драгоценных металлов, а также технологии глубокого окисления токсичных органических газообразных выбросов промышленности.

Представлено исследование активности полиоксидных катализаторов в реакции глубокого окисления толуола при 723 К и объемной скорости $5 \text{ ч}10^3 \text{ ч}^{-1}$. Конверсия толуола возрастала с усложнением состава катализаторов. Самая низкая степень окисления толуола 57.0% наблюдалась на катализаторе 5% Ni/2% Ce/ θ - Al_2O_3 , а наибольшая степень 98.5% наблюдалась на трехкомпонентном 9% Ni-Cu-Cr/2% Ce/ θ - Al_2O_3 катализаторе. Увеличение концентрации толуола от 100 до 320 мг м^{-3} в исходной смеси с воздухом приводит к незначительному снижению степени превращения толуола на двухкомпонентных Ni-Cu/2% Ce/ θ - Al_2O_3 и Cu-Cr/2% Ce/ θ - Al_2O_3 катализаторах.

В результате исследований было установлено, что наибольшая степень превращения толуола (до 98.8%) наблюдается на трехкомпонентном катализаторе Ni-Cu-Cr/2% Ce/ θ - Al_2O_3 с оптимальным соотношением Ni : Cu : Cr = 1,0 : 3,0 : 0,1 при объемной скорости $5 \text{ ч}10^3 \text{ ч}^{-1}$ и температуре 723 - 773 К. Энергию связи кислорода с поверхностью и его реакционную способность на полиоксидных катализаторах определяли методами ТПД, ТПО и ТПВ. Было показано, что образующиеся алюминаты Ni и Cu могут восстанавливаться до исходных оксидов или их смесей под воздействием H_2 при 973 - 1223 К. Адсорбция кислорода на катализаторах Ni-Cu-Cr после разложения оксидов происходит при низкой температуре (325 К). Это указывает на высокую реакционную способность адсорбированного O_2^- , O и кислорода решетки дисперсных оксидов, а также их смесей и его способность к легкой реактивации.

Ключевые слова: каталитическое окисление, толуол, очистка, никель, медь.