

## ОТЗЫВ

доцента химического факультета к.х.н. Кузнецовой Ирины Владимировны и  
доцента химического факультета к.т.н. Лыгиной Ларисы Валерьевны  
на автореферат диссертации Бакшеева Евгения Олеговича  
«Разработка технологии производства трехмаршрутных катализаторов с  
высокой каталитической активностью и устойчивостью к термической  
дезактивации», представленной на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности 2.6.8 – «Технология редких, рассеянных  
и радиоактивных элементов»

Одним из самых опасных видов техногенного загрязнения городских экосистем является загрязнение атмосферы в результате сгорания топлива в двигателях внутреннего сгорания. Для обеспечения одновременного окисления угарного газа, углеводородов и восстановления оксидов азота применяется трехмаршрутный катализатор (TWC). Ввиду постоянного ужесточения экологических норм, регламентирующих ограничения по вредным выбросам автомобилей, актуальным является усовершенствование состава, улучшение термостабильности структуры, поверхности и пористости носителей в технологии производства TWC. Рост публикационной активности в этом направлении доказывает необходимость проведения исследований российскими учеными.

Диссертационная работа Бакшеева Евгения Олеговича направлена на разработку и исследование трехмаршрутных катализаторов с улучшенными свойствами: высокой каталитической активностью и устойчивостью к термической дезактивации. Реализация поставленной цели и задач диссертационной работы осуществлялась с использованием физико-химических методов исследования: лазерной дифракции, термического анализа с масс-спектрометрией, рентгенофазового анализа, люминесценции

примесных ионов  $\text{Cr}^{3+}$ , электрофоретического рассеяния света, низкотемпературной адсорбции/десорбции азота. Для исследования катализаторов были изготовлены модельные каталитические блоки и проведены испытания в условиях термостарения с помощью безмоторного газоаналитического стенда. Также были изготовлены опытные партии каталитических блоков и проведены ресурсные испытания с применением роликового динамометрического стенда для испытаний автомобилей согласно правилам ЕЭК-ООН №83.

Исходя из положений, сформулированных в автореферате, можно заключить, что структура работы выстроена последовательно и логично. Автореферат диссертации содержит все необходимые разделы и характеризуется четкостью формулировок цели, задач и результатов.

Во введение обоснована актуальность темы. В первой главе проведен литературный обзор по теме исследования. Во второй главе описана проблема термической дезактивации современных ТWC; объекты методики и аппаратура исследования. Третья и четвертая глава посвящены обсуждению полученных результатов. В пятой главе представлена модернизированная технологическая схема получения каталитических блоков.

Автором отмечено существование проблемы термической дезактивации современных ТWC ввиду высокой температуры эксплуатации вплоть до  $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Предположение о том, что механохимические процессы, протекающие во время измельчения в водной среде, могут оказать влияние на свойства носителей во время термообработки, как на стадии синтеза катализатора, так и во время его эксплуатации, успешно доказано многочисленными экспериментами. Измельчение серии образцов, содержащих  $\text{Al}_2\text{O}_3$  стабилизированного оксидами  $\text{ZrO}_2$ ;  $\text{La}_2\text{O}_3$  и твердым раствором  $\text{Zr}_{0.5}\text{Ce}_{0.4}\text{Y}_{0.05}\text{La}_{0.05}\text{O}_{2-\delta}$  проведено в воде и в растворе нитрата бария в бисерной мельнице горизонтальной конструкции. Показана связь между измельчением в воде, растворе нитрата бария и свойствами носителей: температурой начала образования  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ; размерами кристаллов фазы

$Zr_{0.5}Ce_{0.4}Y_{0.05}La_{0.05}O_{2-\delta}$ ; фазовым переходом  $t-ZrO_2 \rightarrow t-ZrO_2$ ; площади удельной поверхности; распределения пор по размерам после прокаливания при 1100 °С. Определены свойства суспензий (величина дзета-потенциала, рН среды) после помола. Проанализированы эндо-экзоэффекты при нагревании суспензий до 1000 °С.

Стоит отметить не только научный, но и прикладной характер работы. Были синтезированы порошковые моно и биметаллические катализаторы, содержащие изученные суспензии и металлы Pd и Rh. Испытания модельных каталитических блоков до и после старения проводили на безмоторном газоаналитическом стенде Horiba с оценкой каталитической активности, динамической кислородной емкости (OSC). Автором разработана технологическая схема получения каталитических блоков с двухслойным покрытием и представлены результаты проведения опытно-промышленных испытаний на предприятии ООО «Экоальянс».

При ознакомлении с авторефератом возникли следующие вопросы и замечания. Автор отмечает на стр.7, *что механизм влияния измельчения носителей на основе оксида алюминия и твердого раствора церия, циркония и РЗЭ*. Трудно понять, ведь РЗЭ – это и цирконий, и церий, и остальные элементы, какой элемент определен понятием РЗЭ. Автором проведена оценка фазового состава  $Al_2O_3$ , стабилизированного  $La_2O_3$  с использованием метода люминесценции примесных ионов  $Cr^{3+}$ . Но график спектров не представлен. Автор несколько раз упоминает про дефектность кристаллической решетки, которая, как известно, определяется из данных параметров кристаллической решетки, в автореферате нет этих результатов.

Несмотря на отмеченные замечания, считаем, что работа Бакшеева Евгения Олеговича соответствует уровню кандидатской диссертации и обладает несомненной теоретической и практической значимостью. По теме работы получен патент РФ и опубликовано достаточное количество работ (11), в том числе статьи - в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, и в журналах, индексированных в базах данных Web of Science и Scopus.

Диссертационная работа «Разработка технологии производства трехмаршрутных катализаторов с высокой каталитической активностью и устойчивостью к термической дезактивации» представляет собой законченное научное исследование и удовлетворяет требованиям п.9 «Положение о порядке присуждения ученых степеней» в ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, а ее автор, Бакшеев Евгений Олегович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.8 – «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов».

Кандидат химических наук,  
Доцент ФГБОУ ВО «Воронежский  
государственный университет  
инженерных технологий» *И.В. Кузнецова* Кузнецова Ирина Владимировна  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Воронежский государственный университет  
инженерных технологий» 394001, г. Воронеж, пр. Революции 19  
Тел. 89601081257  
E-mail kuznetsovaiv@mail.ru

Кандидат технических наук,  
Доцент ФГБОУ ВО «Воронежский  
государственный университет  
инженерных технологий» *Л.В. Лыгина* Лыгина Лариса Валерьевна  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Воронежский государственный университет  
инженерных технологий»  
394001, г. Воронеж, пр. Революции 19  
Тел. 89036506706  
E-mail llw000@yandex.ru

Подпись И.В. Кузнецовой заверяю: *И.В. Кузнецова*

И.В. Кузнецова  
начальник  
управления кадров  
ИЩЕВА О.Ю.

Подпись Л.В.Лыгиной заверяю *Л.В. Лыгина*

Л.В. Лыгина  
начальник  
управления кадров  
ИЩЕВА О.Ю.

29.11.2023 г.

