

## ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Дмитрачкова Алексея Михайловича “Взаимодействие NO с оксидными носителями и нанесенными платиновыми катализаторами в ходе их приготовления и в условиях реакции нейтрализации оксидов азота”, представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.14. Кинетика и катализ.**

Диссертационная работа Дмитрачкова А.М. посвящена актуальной проблеме разработки эффективных катализаторов для нейтрализации оксидов азота, являющихся токсичными компонентами промышленных и автомобильных выбросов. Работа выполнена на высоком современном уровне с использованием передовых физико-химических методов исследования.

Актуальность исследования, проведенного А.М. Дмитрачковым, обусловлена возрастающими требованиями к экологической безопасности промышленных и транспортных систем, а также необходимостью снижения выбросов оксидов азота, как основных загрязнителей атмосферы. Диссертационная работа вносит существенный вклад в развитие каталитической науки, предлагая новые подходы к модификации оксидных носителей для повышения эффективности платиновых катализаторов в реакции нейтрализации NOx. Ценность работы заключается в комплексном изучении физико-химических свойств модифицированных катализаторов, установлении взаимосвязи между структурой поверхности и каталитическими характеристиками, а также в определении оптимальных условий для достижения высокой степени конверсии NOx при минимальном образовании побочных продуктов. Полученные результаты могут быть использованы для разработки новых поколений катализаторов, обладающих улучшенными эксплуатационными характеристиками и способствующих решению актуальных экологических задач.

Целью диссертационной работы является установление фундаментальных закономерностей взаимодействия оксида азота (NO) с поверхностью оксидных носителей (на примере  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) и нанесенными платиновыми катализаторами, а также разработка научных основ для направленного модифицирования поверхности оксидных носителей с целью оптимизации каталитических свойств платины в реакции селективного каталитического восстановления (SCR) NOx. Достижение поставленной цели предполагает решение комплекса взаимосвязанных задач, включающих: синтез и характеристику модифицированных оксидов алюминия; исследование адсорбционных свойств поверхности по отношению к NO и предшественникам платиновых катализаторов; изучение влияния модификации носителя на дисперсность, электронное состояние и каталитическую активность платины; установление механизмов реакции SCR NOx на

разработанных катализаторах с использованием кинетических методов и спектроскопии *in situ*.

Научная новизна:

- Впервые установлены закономерности влияния модифицирования поверхности оксида алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) азотсодержащими соединениями на адсорбционные свойства, дисперсность и электронное состояние нанесенной платины. Показано, что введение азота приводит к формированию специфических адсорбционных центров, способствующих стабилизации платиновых наночастиц и повышению их устойчивости к спеканию.

- Разработан новый подход к модифицированию пористой структуры оксида алюминия путем контролируемого введения азота, позволяющий регулировать размер и распределение пор, а также концентрацию поверхностных дефектов, что приводит к улучшению массопереноса реагентов к активным центрам катализатора.

- Впервые предложена модель, описывающая влияние электронного состояния платины на ее активность в реакции SCR NOx, учитывающая изменение энергии связи Pt-N и Pt-O при модифицировании оксидного носителя азотом.

На основе данных кинетических исследований и спектроскопии *in situ* предложен новый механизм реакции SCR NOx на платиновых катализаторах, модифицированных азотом, учитывающий роль различных адсорбированных форм NO и их взаимодействие с активными центрами катализатора."

Теоретическая значимость исследования состоит в углублении фундаментальных знаний о механизмах гетерогенного катализа, в частности, о процессах адсорбции и активации молекул NO на поверхности оксидных материалов и нанесенных металлических наночастиц. Разработанные представления о влиянии модификации поверхности оксидных носителей на электронное состояние, дисперсность и каталитическую активность платины вносят вклад в развитие теории катализа и позволяют прогнозировать свойства перспективных каталитических систем. Результаты работы могут быть интегрированы в существующие теоретические модели, описывающие процессы селективного каталитического восстановления оксидов азота, а также послужат основой для разработки новых подходов к модификации каталитических материалов с целью повышения их эффективности и стабильности.

Практическая значимость исследования заключается в создании научно-технической базы для разработки и внедрения инновационных каталитических технологий, направленных на решение актуальных задач в области охраны окружающей среды и повышения энергоэффективности промышленных процессов. Разработанные катализаторы и методы их модификации могут быть использованы для очистки выбросов промышленных предприятий, энергетических установок и транспортных средств, способствуя тем самым

снижению антропогенного воздействия на окружающую среду и улучшению качества жизни населения. Внедрение разработанных технологий в промышленное производство катализаторов позволит укрепить позиции отечественных производителей на рынке каталитической продукции и внести вклад в развитие промышленного комплекса Российской Федерации, обеспечивая импортозамещение и создание новых рабочих мест в высокотехнологичных отраслях."

При общей положительной оценке работы имеются следующие вопросы и замечания:

1. В автореферате представлены данные о влиянии модифицирования оксида алюминия азотом на стабилизацию нанесенных платиновых частиц. Какие конкретно механизмы лежат в основе данного эффекта стабилизации, и как модификация влияет на адсорбционные свойства поверхности носителя по отношению к ионам платины?

2. Какие азотсодержащие адсорбционные состояния формируются на поверхности оксидного носителя в результате его обработки NO, и какие из них оказывают наибольшее влияние на дисперсность и устойчивость платиновых наночастиц в условиях каталитической реакции?

3. В работе утверждается о возможности контроля распределения активного компонента по поверхности носителя. Какие эксперименты были проведены для доказательства этого утверждения, и какие параметры процесса нанесения платины позволяют наиболее эффективно управлять ее распределением?

4. Как предложенные методы модификации оксидных носителей влияют на редокс-свойства нанесенных платиновых катализаторов, и каким образом это отражается на их активности и селективности в реакции нейтрализации оксидов азота?

5. В автореферате упоминается о стабилизации нанесенных металлических частиц по отношению к спеканию. Как проводилась оценка устойчивости катализаторов к спеканию в условиях высоких температур и реакционной среды?

6. Какие методы характеризизации, помимо указанных в автореферате, были применены для детального изучения структуры и состава поверхности катализаторов, и какие дополнительные сведения они предоставили о механизме взаимодействия NO с оксидными носителями и нанесенными платиновыми частицами?

7. Какие математические модели или кинетические схемы были разработаны для описания реакции нейтрализации оксидов азота на исследуемых катализаторах, и какие стадии процесса являются лимитирующими в зависимости от состава катализатора и условий реакции?



Перечисленные замечания носят исключительно уточняющий характер и не снижают высокого уровня и ценности результатов диссертационной работы А.М. Дмитрачкова.

В целом диссертационная работа Дмитрачкова А.М. «Взаимодействие NO с оксидными носителями и нанесенными платиновыми катализаторами в ходе их приготовления и в условиях реакции нейтрализации оксидов азота» представляет собой законченное научно-квалификационное исследование, которое по актуальности проблемы, научной новизне, объёму, практической и теоретической значимости полученных результатов удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842). Автор диссертации Дмитрачков Алексей Михайлович заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.14 — «Кинетика и катализ».

**Магаев Олег Валерьевич,**

Заведующий лабораторией каталитических исследований ХФ ТГУ, канд. хим. наук, доцент (специальность: 02.00.04 физическая химия).

Почтовый адрес: г. Томск, 634050, пр-т Ленина, 36

Тел: + [REDACTED]

e-mail: mov\_26@mail.ru

«23» 10 2025 г.

Я, Магаев Олег Валерьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Дмитрачкова Алексея Михайловича, и их дальнейшую обработку.

ДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ  
ЩИЙ ДОКУМЕНТОВЕД  
ДРИЕНКО И. В.