

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Иванина Игоря Андреевича «Металл-модифицированные цеолиты в полном и селективном окислении монооксида углерода», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.14 – Кинетика и катализ.

Каталитическое окисление CO представляет собой процесс, важный для многих отраслей, и широко используется для очистки различных газовых смесей от CO. В частности, важной задачей является получение водорода высокой степени очистки для работы топливных элементов путем селективного окисления CO в присутствии водорода (CO-PROX). Окисление CO также представляет фундаментальный научный интерес в качестве модельной реакции для исследования активных центров гетерогенных катализаторов.

Рассматриваемая диссертационная работа посвящена разработке катализаторов полного (TOX) и селективного в присутствии H<sub>2</sub> (PROX) окисления CO на основе цеолитов, модифицированных переходными металлами, и установление взаимосвязи между их строением, природой активных центров и каталитическими характеристиками.

В качестве объектов исследования были выбраны каталитические системы на основе модифицированных церием и переходными металлами (Co или Cu) цеолитов ZSM-5 с различным соотношением SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 30, 55, 80, и Бета. В обеих системах обнаружен синергетический эффект введенных металлов в катализе окисления CO. Наиболее высокую активность демонстрируют катализаторы с атомными отношениями металлов, близкими к 3 для Co:Ce и 0.5 для Cu:Ce.

На основании большого числа экспериментальных данных автором показано, что различия в закономерностях влияния соотношения введенных металлов и содержания алюминия в цеолитах на каталитические характеристики систем Co/Ce/ZSM-5 и Cu/Ce/ZSM-5 связаны с различной природой ключевых активных центров. Обнаружено, что синергический эффект в биметаллических катализаторах на основе цеолита, модифицированного медью и церием, может быть связан не только с взаимодействием ионов Cu<sup>+</sup> и оксида церия, но и с формированием совместных медь-цериевых структур в каналах цеолита. Достоверность результатов работы подтверждается применением комплекса современных физико-химических методов исследования (ПЭМ, РФЭС, ЭС ДО, ИКС ДО адсорбированного CO, ТПВ и т.д.), а также публикациями в рецензируемых, включая высоко рейтинговые, научных журналах.

Сделанные в работе выводы о природе активных центров и закономерностях их формирования могут служить основой для разработки новых катализаторов на основе цеолитов, а также для интерпретации данных, полученных при исследовании подобных систем различными физико-химическими методами.

В качестве замечаний можно привести следующее:

- Из текста автореферата неясно, чем обоснован выбор режимов предварительной обработки образцов для исследований методами ИК-спектроскопии адсорбированного СО.
- В тексте автореферата упоминается о стабильной работе некоторых катализаторов, однако данные по их работе во время каталитических испытаний не приводятся.
- На рисунке 14 подписи трудно читаются из-за мелкого шрифта.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки рассматриваемой работы. По своей актуальности, научной новизне, объему и практической значимости полученных результатов диссертационная работа Иванина И.А. соответствует критериям, определенным пп. 2.1 – 2.5 «Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.14. – Кинетика и катализ.

Еуров Даниил Александрович

Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории физики аморфных полупроводников ФТИ им. А.Ф. Иоффе.

14.05.2024

\_/ Еуров Д.А./

Контактные данные:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук

Россия, 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26

Телефон:

Адрес электронной почты: