

воздушной среды при концентрировании с использованием отрицательных температур, что обеспечивает повышение точности и претизионности газохроматографического анализа.

УДК 544.723.2:543.544.3:546.65

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДЫ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО МЕТАЛЛА НА
АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МЕЗОПОРИСТОГО СИЛИКАГЕЛЯ,
ДОПИРОВАННОГО La, Ce, Tb, Dy И МОДИФИЦИРОВАННОГО НИКЕЛЕМ,
МЕТОДОМ ОБРАЩЕННОЙ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ**

Токранов Д.А., Токранов А.А., Токранова Е.О., Шафигулин Р.В., Буланова А.В.

¹Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П.

Королева, Самара,

tokreona@mail.ru

Разработка эффективных катализаторов гидрирования на основе мезопористых силикагелей является актуальной задачей нефтехимической промышленности. Введение редкоземельных металлов (РЗМ) в структуру силикагеля позволяет регулировать его текстурные характеристики, а также адсорбционные и каталитические свойства. В качестве металла-модификатора для катализаторов гидрирования широко используется никель, который наносится на поверхность носителя методом пропитки с последующим восстановлением. Целью работы являлось исследование влияния природы редкоземельного металла (лантана, церия, тербия, диспрозия) на адсорбционные свойства мезопористых силикагелей, модифицированных никелем, методом обращенной газовой хроматографии.

Методом темплатного синтеза получены образцы мезопористого силикагеля (МС), допированного La, Ce, Tb, Dy и модифицированного никелем (La-Ni/МС, Ce-Ni/МС, Tb-Ni/МС, Dy-Ni/МС). Структура и текстурные характеристики материалов изучены методами низкотемпературной адсорбции-десорбции азота, рентгенофазового анализа (РФА) и ИК-спектроскопии. Адсорбционные свойства исследованы методом обращенной газовой хроматографии.

Установлено, что природа РЗМ существенно влияет на текстурные характеристики синтезированных материалов. Наибольшую удельную поверхность имеет образец Ce/МС (1213 м²/г), что связано с наименьшим ионным потенциалом Ce³⁺, способствующим сохранению упорядоченной мезопористой структуры. Для образцов с Tb и Dy наблюдается снижение удельной поверхности до 792 и 514 м²/г соответственно вследствие частичной деструкции силикатного каркаса. Модифицирование никелем приводит к уменьшению удельной поверхности всех образцов, наиболее выраженному для Dy-Ni/МС (215 м²/г) и Tb-Ni/МС (281 м²/г). По данным РФА, нанесенный никель находится в металлической форме с размером кристаллитов 28–33 нм, локализуясь преимущественно на внешней поверхности носителя.

Методом обращенной газовой хроматографии определены термодинамические параметры адсорбции ароматических углеводородов. Показано, что природа допанта (Dy, La, Tb, Ce) оказывает влияние на вклад энтальпийного и энтропийного факторов в кинетику гидрирования. Наибольшую каталитическую активность в гидрировании ароматических углеводородов проявляет Dy-Ni/МС ($k = 1,86 \text{ мин}^{-1}$ при 170 °С, энергия активации 19 кДж/моль), что коррелирует с их высокой теплотой адсорбции на этом катализаторе.

Представленные результаты демонстрируют возможность целенаправленного регулирования текстурных, адсорбционных и каталитических свойств мезопористых силикагелей путем выбора природы редкоземельного металла-допанта, что открывает перспективы для создания эффективных никелевых катализаторов гидрирования ароматических углеводородов.

Исследование выполнено за счет средств государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, шифр проекта FSSS-2026-0007