



10-я ВСЕРОССИЙСКАЯ ЦЕОЛИТНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ЦЕОЛИТЫ И МЕЗОПОРИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ:
ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ



X ВСЕРОССИЙСКАЯ
ЦЕОЛИТНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Москва, 24–27 июня 2024 г.

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ



Институт нефтехимического синтеза имени А.В. Топчиева
РАН



Московский государственный университет имени М.В.
Ломоносова



Институт органической химии имени Н.Д. Зелинского РАН



Институт катализа имени Г.К. Борескова СО РАН



НЦО

Ассоциация «Национальное цеолитное объединение»

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Серебряные спонсоры



НИЖЕГОРОДСКИЕ
СОРБЕНТЫ



Салаватский
Катализаторный
Завод

Бронзовые спонсоры



ФинЛабТрибур



КОМИТЕТЫ

Организационный комитет

Сопредседатели:

Егоров М.П., акад. РАН, научный
руководитель ИОХ РАН
Бухтияров В.И., акад. РАН, директор
ИК СО РАН

Бухтиярова М.В., к.х.н., ИК СО РАН
Дементьев К.И., к.х.н., ИНХС РАН
Ечевский Г.В., д.х.н., ИК СО РАН
Жолобенко В.Л., к.х.н., МГУ
Казаков М.О., к.х.н., ИК СО РАН
Коннов С.В., к.х.н., ИНХС РАН
Кустов Л.М., д.х.н., ИОХ РАН
Кутепов Б.И., д.х.н., ИНК УФИЦ РАН
Пономарева О.А., к.х.н., МГУ
Смирнов А.В., к.х.н., МГУ

Программный комитет

Сопредседатели:

Максимов А.Л., член-корр. РАН, директор
ИНХС РАН
Иванова И.И., д.х.н., проф. МГУ

Азлиуллин М.Р., к.х.н., ИНК УФИЦ РАН
Атякшева Л.Ф., к.х.н., МГУ
Григорьева Н.Г., д.х.н., ИНК УФИЦ РАН
Исаева В.И., д.х.н., ИОХ РАН
Наранов Е.Р., к.х.н., ИНХС РАН
Пархомчук Е.В., к.х.н., ИК СО РАН
Пирютко Л.В., к.х.н., ИК СО РАН
Потапенко О.В., к.х.н., ИК СО РАН
Стахеев А.Ю., д.х.н., ИОХ РАН
Степанов А.Г., д.х.н., ИК СО РАН
Травкина О.С., к.х.н., ИНК УФИЦ РАН
Яшник С.А., к.х.н., ИК СО РАН

Креативный комитет

Сопредседатели:

Ечевский Г.В., д.х.н., зав. лабораторией ИК СО РАН
Капустин В.М., д.х.н., зав. кафедрой РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
Родионова Л. И., к.х.н., директор Ассоциации "НЦО"

Бодрый А.Б., ООО «Ишимбайский специализированный химический завод катализаторов»
Ведягин А.А., д.х.н., директор по развитию ЗАО "Нижегородские сорбенты"
Калюжный С.В., директор Центра компетенций НТИ «Технологии снижения антропогенного воздействия», Химический ф-т МГУ
Клейменов А.В., д.т.н., начальник управления, Управление инновационного развития и интеллектуальной собственности, Дирекция переработки нефти и газа, ПАО "Газпром нефть"
Медведев Д.А., ген. директор ООО «Салаватский катализаторный завод»
Носков А.С., д.т.н., руководитель научного направления, член-корр. РАН, ИК СО РАН
Пимерзин А.А., к.х.н., РЦ НИОКР «Катализаторы» ООО «Газпромнефть – Промышленные инновации»
Резниченко И.Д., к.т.н., руководитель программы развития катализаторов, Программа развития катализаторов, Дирекция переработки нефти и газа, ПАО "Газпром нефть"

АДСОРБЦИЯ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ЦЕОЛИТЕ 13X В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Казакова В.Д., Рожманова Н.Б., Ланин С.Н., Нестеренко* П.Н.

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
химический факультет, Москва*

*E-mail: nes.pavel@gmail.com

Природа и механизмы удерживания различных классов соединений на цеолитах хорошо изучены в газовой хроматографии (ГХ), в ВЭЖХ известны лишь единичные случаи использования сорбционных материалов на основе цеолитов, механизмы удерживания сорбатов практически не обсуждаются [1]. Ограниченность применения цеолитов в ВЭЖХ связана со сложным характером взаимодействия молекул сорбата с сорбентом, взаимодействий сорбат-сорбат и сорбат-подвижная фаза, что изменяет эффективный размер пор цеолитов, а также затрудняет диффузию разделяемых соединений в «застойных зонах» жидкости внутри структуры сорбента. Наибольший интерес для ВЭЖХ представляют широкопористые цеолиты, т.к. размер пор данных сорбентов в 2-3 раза превышает размеры молекул простейших соединений с м.м. менее 60-70. Целью данной работы было изучение механизмов адсорбции низкомолекулярных соединений на широкопористом цеолите 13X и, для сравнения, на обычном силикагеле, в условиях нормально-фазовой ВЭЖХ.

В работе использовали колонку размером 50×4,6 мм, заполненную микросферическим цеолитом 13X с диаметром частиц 5 мкм [1] и колонку Partisil P10 (250×4,6 мм, 10 мкм), заполненную мезопористым силикагелем ($D_{\text{пор}} = 8,5$ нм, $S = 618$ м²/г). В качестве модельных сорбатов использовали соединения различной полярности (P') с кинетическими диаметрами молекул (d_k), не превышающими размер пор цеолита 13X ($D_{\text{пор}} = 0,74$ нм). В качестве элюентов использовали метанол или ацетонитрил.

В этих условиях удерживание сорбатов на цеолите 13X и силикагеле определяется значением P' и совокупностью специфических и неспецифических межмолекулярных взаимодействий, а также молекулярно-ситовым эффектом. В случае метанола заметное удерживание на сорбентах отмечено только для соединений с $P' > P'_{\text{снзон}}$, при этом наиболее сильно удерживаются вода ($d_k = 0,28$ нм) и диметилсульфоксид (ДМСО, $d_k = 0,50$ нм). При использовании ацетонитрила в качестве элюента для обоих сорбентов наблюдали выраженную зависимость k' n -спиртов от длины углеводородного радикала ($n_c = 1-12$) (рис. 1А). Порядок удерживания n -спиртов для цеолита 13X соответствует эксклюзивному механизму. На силикагеле спирты удерживаются слабее, а зависимость k' от n_c более пологая и менее выраженная, что связано с большим $D_{\text{пор}}$ данного сорбента и отсутствием

молекулярно-ситового эффекта. Аналогичные зависимости для кетонов также соответствуют эксклюзивному механизму удерживания для цеолита 13X, но не для силикагеля (рис. 1Б).

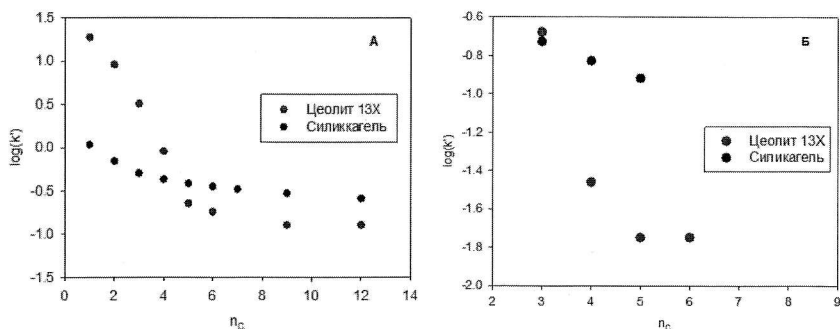


Рис. 1. Удерживание ряда предельных спиртов (А) и кетонов (Б) от n_c на цеолите 13X и силикагеле. Элюент – ацетонитрил; 0,5 мл/мин, 35°C, объем пробы: 20 мкл.

При уменьшении скорости потока элюентов удерживание соединений на цеолите 13X растет, что может быть связано с проявлением эффектов кинетической селективности [3]. Именно такие тонкие кинетические эффекты могут быть основой для разделения изотопологов. Была изучена возможность разделения воды, ДМСО и метанола и их полностью дейтерированных аналогов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант 24-23-00161), <https://rscf.ru/project/24-23-00161/>. (Кислотные свойства и морфология образцов) исследованы в рамках работ по госбюджетной теме «Физикохимия поверхности, адсорбция и катализ».

Список литературы.

1. Luzanova V.D., Rozhmanova N.B., Volgin Y.V., Nesterenko P.N. // *Analytica Chimica Acta*. 2023. Vol. 1239. 340697.
2. Avgul N.N., Bezus A.G., Dzhigit O.M. // *Molecular sieve zeolites*. II. *Advances in chemistry series*. 102 ed. (ed. by Gould R.F). USA: ACS, 1971. P. 185-192.
3. Нестеренко П.Н. // *Лаборатория и производство*. 2022. Т. 20. № 1-2. С. 92-100.