

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Травкиной Ольги Сергеевны «Гранулированные цеолиты А, X, Y, морденит и ZSM-5 высокой степени кристалличности с иерархической пористой структурой: синтез, свойства и применение в адсорбции и катализе», представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.14. Кинетика и катализ

Диссертационная работа Травкиной О.С. посвящена весьма актуальной теме-разработке технологии синтеза новых типов гранулированных цеолитов с высокой степенью кристалличности с иерархической пористой структурой с целью их использования в качестве высокоэффективных адсорбентов, а также катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья.

Для постижения поставленной цели диссертант предложил новый подход к синтезу гранулированных цеолитных материалов, основанный на кристаллизации при повышенных температурах в растворах силиката натрия предварительно сформированных гранул, содержащих кристаллы цеолита требуемого структурного типа и частицы аморфных алюмосиликатов. При этом было обнаружено, что при кристаллизации гранул, в которых содержание кристаллической составляющей не меньше содержания аморфной части, возникают очень высокие степени пересыщения по зародышам и формируются сростки наноразмерных кристаллов цеолита, пустоты между которыми представляют собой мезопоры.

При систематическом исследовании процесса обмена катионов  $\text{Na}^+$  на катионы  $\text{K}^+$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{La}^{3+}$  в цеолитах  $\text{A}_{\text{mmm}}$  и  $\text{X}_{\text{mmm}}$  показано, что при обменных обработках сохраняются высокие степени кристалличности, фазовая чистота и характеристики вторичной пористой структуры гранул. На основе цеолитов  $\text{A}_{\text{mmm}}$  и  $\text{X}_{\text{mmm}}$  в различных катионообменных формах разработаны адсорбенты для промышленных процессов осушки и очистки от сернистых соединений природного и попутного газов, которые более эффективны, чем все известные аналоги.

С использованием синтезированных декатионированных и деалюминированных форм цеолитов  $\text{Y}_{\text{mmm}}$ ,  $\text{MOR}_{\text{mmm}}$  и  $\text{ZSM-5}_{\text{mmm}}$  разработаны новые каталитические системы для диспропорционирования диэтилбензолов и бензола в этилбензол; селективного синтеза моно-*N*- и ди-*N*, *N*-метилированных анилинов и ряда других процессов органического синтеза.

Травкиной О.С. разработаны промышленно доступные способы приготовления гранулированных цеолитов различных типов без связующего с высокой степенью кристалличности (не менее 92-95%) с иерархической пористой структурой. Высокое содержание цеолитной фазы обеспечивает формирование большего числа адсорбционных и каталитических центров, а наличие иерархической пористой структуры – их доступность. Это позволило создать новые более эффективные адсорбционные и каталитические системы, чем на основе цеолитов со связующим материалом.

Работа грамотно и логично структурирована, содержит значительное количество экспериментальных результатов, достоверность которых сомнений не вызывает.

**По работе имеются ряд вопросов и замечаний:**

1. В чем причина резкого снижения емкости по сероводороду и углекислому газу для цеолитов типа А в KNa – форме (рис.7а и 8а)? Для цеолитов типа Х этого не наблюдается.
2. Чем вызвано использование относительно дорогой лимонной кислоты для модифицирования цеолитов? Возможно ли использование для этих целей более дешевых и доступных кислот?
3. В таблицах не приводятся погрешности, определенных структурных и адсорбционных характеристик исследованных материалов, что не в полной мере показывает выявленные диссертантом закономерности.


Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Травкиной О.С, выполненной на высоком научном и экспериментальном уровне с использованием современных физико-химических методов анализа, логично и грамотно изложена.

Судя по содержанию автореферата, указанная диссертация является завершенным научным исследованием, которое по своей актуальности, научной новизне, по объему и практической значимости результатов соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям (п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 824, в действующей редакции), а ее автор, **Травкина Ольга Сергеевна**, заслуживает присуждения ей ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.14. Кинетика и катализ.

Милютин Виталий Витальевич, доктор химических наук, заведующий лабораторией хроматографии радиоактивных элементов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физической химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ РАН) 119071, Москва, Ленинский проспект, 31, корп. 4; <http://www.phyche.ac.ru/>, E-mail: [vmilyutin@mail.ru](mailto:vmilyutin@mail.ru), тел.: +7(495)335-9288

Я, Милютин Виталий Витальевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

« 04 » марта 2024 г.



(подпись)

Подпись Милютина Виталия Витальевича заверяю  
Зав. канцелярией ИФХЭ РАН



Н.А. Емельянова