

Связывание летучих нефтяных углеводородов природными цеолит-глинистыми сорбентами*

А. В. Савин, Г. С. Морозов, М. Л. Бондырев, В. А. Бреус, С. А. Неклюдов, И. П. Бреус
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Изучена парофазная сорбция углеводородов разной химической природы на цеолитсодержащем материале (ЦСМ) Татарско-Шатрашанского месторождения, Татарстан, Россия. Для сравнения исследована сорбция углеводородов на высокопроцентных цеолитах месторождения США, двух местных бентонитовых глинах и молекулярном сите Ms 5A. Показано, что ЦСМ обладает существенно более высокой сорбционной емкостью в отношении и ароматических, и алифатических углеводородов, чем цеолит St. Cloud, но меньшей, чем глины, и не обладает селективностью сорбции, необходимой для разделения смесей углеводородов. Однако, учитывая его высокую сорбционную активность, дешевизну и доступность, он может быть перспективен в практической области. Особый интерес ЦСМ может представлять для защиты и восстановления загрязненной воздушной и почвенной среды, одновременно повышая плодородие почвы. Полученные изотермы сорбции показывают, что ЦСМ сорбционно активен в широком диапазоне относительных давлений паров углеводородов, которые характерны для загрязненной почвы. Высокую сорбционную активность ЦСМ проявляет и в области низких давлений паров, типичных для загрязненного воздуха.

Ключевые слова: летучие нефтяные углеводороды, сорбция, цеолитсодержащие материалы.

Адсорбция дает возможность осуществлять глубокую очистку газов, позволяя почти полностью извлекать загрязняющие компоненты из газовой смеси [3, 12]. Адсорбционные свойства природных цеолитов изучались достаточно широко — прежде всего из-за их способности адсорбировать газообразные неорганические соединения, такие как оксиды азота, углерода, серы, аммиак, сероводород и пары воды. Поскольку природные цеолиты имеют низкую стоимость [11, 17], их часто предлагают как альтернативу существенно более дорогим активированным углям, а некоторые уже используют в технологических процессах осушки газов и очистки и разделения газовых смесей [6, 12, 23].

Что касается летучих углеводородов (УВ), то методы их промышленного разделения и извлечения из газовых смесей с помощью природных цеолитов не получили на сегодняшний день распространения. В этой области можно привести лишь единичные примеры. Так, Мексиканский природный цеолит (эрионит) применяли для отделения *n*-алканов от циклоалканов и ароматических УВ [13]; шабазит был рекомендован для отделения *n*-алканов от изоалканов [16]. Для усиления адсорбционных свойств природные цеолиты подвергают различным видам обработки, включающим ионный обмен, термообработку и структурные изменения [20], но в целом в настоящее время химическая и нефтехимическая отрасли промышленности применяют для этих

целей почти исключительно синтетические цеолиты, пусть даже и более дорогие [24, 25].

С другой стороны, использование природных цеолитов как сорбентов может быть экономически обосновано в экологических технологиях — для связывания УВ, содержащихся в газовых промышленных выбросах и в загрязненных почвах, поскольку в крайне малопродуктивной области, какой является экология, применять активированные угли, высокопроцентные природные цеолиты и тем более — синтетические цеолиты экономически невыгодно. Здесь целесообразно использовать сорбционные качества дешевых, так называемых цеолитсодержащих природных материалов (ЦСМ), в составе которых наряду с цеолитами (10–30%) присутствуют глинистые минералы и другие природные сорбенты. В этих случаях отсутствие селективности сорбции природными цеолитами не является препятствием для их применения, поскольку поступление паров и жидких УВ при авариях, утечках и проливах в окружающую среду предполагает их максимально полное связывание — независимо от природы и степени токсичности загрязнителя [2, 21]. Особенно важно то, что применение низкосортных природных цеолитов может быть технически и экономически оправданно при решении проблемы очистки загрязненных нефтяными и топливными УВ почв и, как минимум, может предотвратить их миграцию из почвенно-грунтовой среды в атмосферу и грунтовые воды.

* Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 09-04-01436 и МНТЦ 3419.2.