

**ІЄРАРХІЧНІ ЦЕОЛІТИ З ОСНОВНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ  
ЯК ПЕРСПЕКТИВНІ КАТАЛІЗАТОРИ ПРОЦЕСІВ ОДЕРЖАННЯ ЦИКЛІЧНИХ  
КАРБОНАТІВ З ЕПОКСИДІВ ТА ОЛЕФІНІВ**

*Курмач М. М.*<sup>1</sup>, Кирилюк Д. В.<sup>1,2</sup>, Сотнік С. О.<sup>1,2,3</sup>, Яремов П. С.<sup>1</sup>, Швець О. В.<sup>1</sup>,  
Щербань Н. Д.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України, Київ, Україна

<sup>2</sup>ТОВ «НВП «Єнамін», Київ, Україна

<sup>3</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна  
mazinator3710@ukr.net

Органічні карбонати можуть бути використані в різних галузях промисловості, зокрема, як апротонні полярні розчинники, мастила, мономери для полікарбонатів (біорозкладних полімерів) або будівельні блоки для синтезу ліків [1]. Типовий метод отримання циклічних карбонатів включає синтез при критичному тиску CO<sub>2</sub> (~50 бар) і підвищеній температурі у присутності різних кислот та основ Льюїса, наприклад: пористих координаційних полімерів, N-допованих вуглеців та цеолітів [2]. Для забезпечення високої ефективності в процесах одержання карбонатів з олефінів деякі з цих каталізаторів потребують додаткового співкаталізатора, зокрема, n-тетрабутиламоніобромід чи подібні солі амонію [2]. Незважаючи на високу ефективність, виділення останніх солей все ще трудомісткою задачею, тому створення нових каталізаторів процесу все ще залишаються актуальними. Матеріали на основі ієрархічних цеолітів з інкапсульованими темплатами, модифіковані основними оксидами чи титаносилікатами є перспективними каталізаторами даного процесу.

В роботі досліджено ряд алюмо-, титано- та алюмотитаносилікатних ієрархічних цеолітів структурного типу BEA, одержані з використанням полічетвертинних амонійних солей (Gemini-ПАР) як структуро-спрямовуючих агентів [3]. На основі алюмосилікатних цеолітів одержано наноккомпозити з оксидами основних елементів.

На прикладі перетворення стиролу в 4-феніл-1,3-діоксолан-2-он з використанням тетра-n-бутиламоній броміду як співкаталізатора другої стадії показано (взаємодія утвореного епосиду стиролу з діоксидом вуглецю), що титаносилікатні та цезієві форми алюмотитаносилікатних цеолітів BEA характеризуються високою активністю в даному процесі. Зокрема, досягнуто вихід цільового продукту на рівні 95 % для зразків алюмотитаносилікатних цеолітних матеріалів. За відсутності співкаталізатора вихід цільового продукту не перевищує 65 %.

На прикладі перетворення епоксиду стиролу в 4-феніл-1,3-діоксолан-2-он показано, що темплатвмісні ієрархічні та цезієві форми ієрархічних алюмосилікатних цеолітів проявляють високу каталітичну активність (конверсія епоксиду стиролу 96,0–99,7 %) та досить високу селективність за цільовим продуктом (43,0–99,7 %). Основним побічним продуктом реакції є 1-фенілетан-1,2-діол – продукт гідролізу вихідного епоксиду. Селективність каталізаторів у випадку використання темплатвмісних ієрархічних цеолітів суттєво зростає при послідовній заміні обмінного аніону в ряду Cl– < Br– < I– (з 60 до 83 %). Показано, що кількісне перетворення епоксиду стиролу у відповідний карбонат досягається на цезієвих формах ієрархічного цеоліту BEA з морфологією наночастинок.

1. Webster, D. C. // Progress in organic coatings. 2003. 47, №1. P. 77–86.

2. Clements, J. H. // Industrial & Engineering Chemistry Research. 2003. 42, № 4. P. 663–674.

3. Choi M., Na K., Kim J., Sakamoto J, Terasaki O., Ryoo R. // Nature. 2009. 461, № 7261. P. 246–249.