

Д. О. Колябіна

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФІКСАЦІЇ ЦЕЗІЮ-137 ГЛИНИСТИМИ МІНЕРАЛАМИ

У статті описані результати моделювання процесу сорбції цезію-137 трьома глинистими мінералами (каолінітом, монтморилонітом, палигорськітом). Встановлено, що обмінне та необмінне поглинання ^{137}Cs всіма глинистими мінералами відбувається на трьох типах активних центрів.

Ключові слова: моделювання, адсорбція, глинисті мінерали, поглинання, цезій-137.

1. Вступ

Україна знаходиться на початкових стадіях реалізації програми створення геологічного сховища (ГС), тому має можливість використовувати міжнародний досвід для вибору оптимального типу конструкції ГС. Типовою складовою радіоактивних відходів, що підлягають захороненню у сховищах геологічного типу є цезій-137, значна кількість якого утворюється в реакціях ядерного ділення, характеризується періодом напіврозпаду 30,17 років. Виходячи з хімічних властивостей цезію слід очікувати, що у разі порушення цілісності контейнеру він буде надходити безпосередньо до геологічної складової сховища. Таким чином, дослідження особливостей фіксації цезію глинистими мінералами надасть додаткові дані, які можуть бути використані при виконанні оцінки безпеки сховища.

2. Постановка проблеми

Згідно законодавства України довгоіснуючі високоактивні радіоактивні відходи мають бути захоронені в геологічному сховищі. Безпека такого сховища забезпечується системою інженерних та природних бар'єрів. Однією з складових системи інженерних бар'єрів є засипка на основі глинистих мінералів. На сучасному етапі розвитку суспільства ставляться високі вимоги до надійності, безпеки, економічності та ефективності. Тому комп'ютерне моделювання є основним і в наш час залишається найбільш перспективним методом оцінки та прогнозування безпеки сховища РАВ.

3. Основна частина

3.1. Аналіз літературних джерел по темі дослідження. Рівень забрудненості навколишнього середовища значно перевищує допустимі норми. Використання сорбційних методів знешкодження шкідливих викидів в атмосферу широко за-

стосовується в промисловості [1–4]. Найбільш ефективним і економічним інструментом знешкодження забруднювальних речовин є адсорбційні методи [5–6]. В якості поглиначів використовуються як природні матеріали (глини, природні цеоліти), так і штучні сорбенти (цеоліти різних модифікацій) [7–8].

Цеоліти, що містять значне число катіонів, здатні ефективно і селективно вилучати різні іони з газів, забезпечувати їхнє концентрування. Цеоліти адсорбують лише ті молекули, критичний діаметр яких відповідають розмірам каналів структур каркаса. Дрібні розміри каналів обумовлюють здатність цеолітів до різко вираженої вибіркової адсорбції. Вибіркова адсорбція на цеолітах можлива і тоді, коли молекули всіх компонентів суміші досить малі і вільно проникають в адсорбційний простір. Змінюючи природу та розмір обмінного катіона, можна підсилити чи послабити енергію адсорбції.

Адсорбційні процеси на цеолітах піддаються найбільш складному математичному опису [9–10] внаслідок великого різноманіття кінетичних факторів, що супроводжують дифузію сорбата в макро-, мезо- і мікропорах сорбенту і необхідністю врахування специфічних характеристик як самого сорбенту, так і особливостей взаємодії в конкретній системі адсорбент – адсорбат і на стадії адсорбції, і на стадії регенерації. В роботах [6–8, 11] отримані математичні моделі сорбційних процесів поглинання оксидів азоту і сірки штучними цеолітами. Математичні моделі виведені головним чином для передбачення характеристик поглинання цеолітових матеріалів на нерухомому шарі та встановлення основних управляючих параметрів, що контролюють адсорбційний процес. При теоретичному аналізі моделі взято до уваги дифузію в газовій плівці, дифузію в макро- та мікропорах та адсорбцію/десорбцію на границі розділу в'язуча фаза – кристал [8, 11].

3.2. Результати досліджень. Було розроблено математичну модель для опису процесу сорбційного

поглинання цезію бентонітовою, каолінітовою та палигорськітовою глинами, яка може бути застосована для оцінки безпеки геологічних сховищ.

Для дослідження сорбції цезія-137 глинистами мінералами було обрано зразки трьох глин — бентонітової, палигорськітової та каолінової. Результати експериментальних досліджень показали, що співвідношення обмінно та необмінно адсорбованого цезію змінювалось за час проведення експерименту. Таким чином отримані результати свідчать, що сорбція цезію всіма глинами протікає на декількох типах адсорбційних центрів, внесок яких в загальне поглинання цезію змінюється із часом.

За результатами комп'ютерного моделювання встановлено, що поглинання ^{137}Cs глинами протікає по двом механізмам: обмінне та необмінне поглинання. Обидва типи поглинання протікають у три етапи, що відповідає наявності трьох типів активних центрів на поверхні. Виявлено ефект ремобілізації ^{137}Cs у фіксованій формі, тобто спостерігається зворотній перехід ^{137}Cs із фіксованої форми в іонообмінну, яка є потенційно здатною до міграції. Встановлено, що найпотужніші сорбційні властивості серед запропонованих глин має бентоніт.

Література

- Bugaeva L. N. An application of expert system to choice, simulation and development of gases purification processes [Text] / L. N. Bugaeva, Yu. A. Beznosik, G. A. Statjukha, A. A. Kvitka // J. Computers Chem. Engng. — 1996. — Vol. 20. Suppl. — P. 401–406.
- Безносик Ю. О. Синтез оптимальних схем газоочищення [Текст] / Ю. О. Безносик, Г. О. Статюха, А. Ю. Гриненко // Вестник Технологического университета Поділля. — 2003. — Часть 2. — С. 245–249.
- Beznosik Yu. A. Development of new hybrid processes for exhaust gases purification [Text] / Yu. A. Beznosik, L. N. Bugaeva, G. A. Statjukha // J. Process Integration and Modeling Chromatography Processes. — Rzeszow. — 2004. — P. 13–14.
- Beznosyk Y. Simulation and kinetics study of gases absorption purification from nitrogen and sulfur oxides [Text] / Y. Beznosyk, J. Jezowski, L. Bugaeva, A. Jezowska // IV Sympozjum «Dtstylacja, Absorpcja i Ekstrakcja». — Wroclaw. — 2003. — P. 414–417.
- Приміська С. О. Очищення «хвостових» газів виробництва нітратної кислоти [Текст] / С. О. Приміська, Ю. О. Безносик // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2012. — № 1/6(55). — С. 24–27.
- Приміська С. О. Комп'ютерне моделювання адсорбційних процесів очистки газів від оксидів азоту на цеолітах [Текст] / С. О. Приміська, Г. О. Статюха, Ю. О. Безносик, В. П. Решетіловський // Наукові Вісті НТУУ «КПІ». — 2007. — № 3. — С. 144–149.
- Приміська С. О. Очистка викидних газів від оксидів сульфору та азоту (II) на штучних цеолітах [Текст] / С. О. Приміська, А. М. Меренгер, Ю. О. Безносик, Г. О. Статюха, В. П. Решетіловський // Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Хімія, технологія речовин та їх застосування. — 2010. — № 667. — С. 223–227.
- Меренгер А. М. Моделювання процесу поглинання діоксиду сульфуру на цеолітах [Текст] / А. М. Меренгер, Ю. О. Безносик, Г. О. Статюха // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2009. — № 4/9(40). — С. 7–11.
- Приміська С. О. Роль математичного моделювання в процесах знешкодження відкидних газів [Текст] / С. О. Приміська, Ю. О. Безносик, В. П. Решетіловський // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2008. — № 4/5(34). — С. 41–44.
- Приміська С. О. Комп'ютерне моделювання очистки газів на цеолітах [Текст] / С. О. Приміська, А. М. Меренгер, Ю. О. Безносик, В. П. Решетіловський // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2010. — № 2/10(44). — С. 40–42.
- Приміська С. О. Дослідження і моделювання процесів адсорбції/десорбції оксидів азоту на цеолітах [Текст] / С. О. Приміська, Ю. О. Безносик, Г. О. Статюха, В. П. Решетіловський // Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2008. — № 5. — С. 109–113.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФИКСАЦИИ ЦЕЗИЯ-137 ГЛИНИСТЫМИ МИНЕРАЛАМИ

Д. А. Колябина

В статье описаны результаты моделирования процесса сорбции цезия-137 тремя глинистыми минералами (каолинитом, монтмориллонитом, палигорскитом). Установлено, что обменное и необменное поглощение цезия-137 всеми глинистыми минералами происходит на трех типах активных центров.

Ключевые слова: моделирование, адсорбция, глинистые минералы, поглощение, цезий-137.

Дарья Александровна Колябина, аспирант кафедры кибернетики химико-технологических процессов Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт», тел.: (066) 219-24-86, e-mail: koliabina@gmail.com.

RESEARCH OF FEATURES OF CESIUM-137 FIXATION ON CLAY MINERALS

D. Koliabina

The article describes the results of modeling the sorption of cesium-137 in three clay minerals (kaolinite, montmorillonite, palygorskite). Found that the exchange and non-exchange uptake of cesium-137 all of the clay minerals occurs on three types of active sites.

Keywords: simulation, adsorption, clay mineral, sorption, cesium-137.

Daria Koliabina, graduate student of Department Cybernetics of Chemical Technology Processes, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», tel.: (066) 219-24-86, e-mail: koliabina@gmail.com.