УДК 66.071.7-932

Гумницький Я.М., Сабадаш В.В., Гивлюд А.М. (Україна, Львів)

ДИНАМІКА АДСОРБЦІЇ З РІДИННОЇ ФАЗИ ПРИРОДНИМИ ТА СИНТЕТИЧНИМИ ЦЕОЛІТАМИ

Селективність адсорбції цеолітами обумовлена наявністю тонких пор строго певного розміру, тому їх часто називають молекулярними ситами. З цеолітів найчастіше застосовують природний клиноптилоліт та синтетичні цеоліти типу 4А (NaA), 5А (CaA), 13Х (NaX), 10Х (CaX). Діаметр пор в молекулярних ситах визначається розміром атома катіона. З метою одержання адсорбентів цеолітного типу А, Х, NaP запропоновано застосування золи виносу Добротвірської ТЕС. Структура одержаного сорбента – мікропориста, і розмір пор становить в середньому 1нм і є близький до розмірів малих молекул. Високі адсорбційна здатність і вміст активної складової в готовому продукті дозволяють широко застосовувати цеоліт як адсорбент в хімічній, енергетичній промисловості, в процесах органічного синтезу, методи тонкої очистки газів і рідин, як допоміжну речовину для отримання детергентів і т.д.

Процеси адсорбції часто відбуваються в апаратах з нерухомим шаром адсорбенту. Найбільш часто застосовуваним реальним процесом адсорбції є його проведення в апаратах колонного типу. Процес адсорбції у нерухомому шарі сорбенту належить до нестаціонарних і під час його аналізу необхідно враховувати не лише часові координати, але і просторові.

Проведено дослідження адсорбції іонів важких металів, фосфатів та органічних кислот у нерухомому шарі синтезованого адсорбенту та визначено кінетичні коефіцієнти процесу адсорбції.

Дослідження процесу сорбції α-оксіпропіонової кислоти природним цеолітом в динамічних умовах проводились в апараті колонного типу. Експериментальне дослідження та аналіз процесу у шарі природного цеоліту полягав у пропусканні з певною швидкістю досліджуваного розчину через нерухомий шар сорбенту та визначення концентрації адсорбату на виході з колонки. Одержано вихідні криві для різних висот шару цеоліту. Концентрації подано із використанням безрозмірних концентрацій C/C_0 як функції часу для різних висот шару.

Встановлено, що умовах даного гідродинамічного режиму процесу адсорбції переважно має місце змішанодифузійний механізм адсорбції. За недостатньої висоти шару сорбента навіть за умови витрати розчину 5 мл/хв спостерігали проскок незначних кількостей забрудника вже з перших хвилин експерименту. Розраховано, що мінімальна висота шару сорбента для вилучення α-оксіпропіонової кислоти в динамічних умовах повинна становити не менше 7см. Найбільш наглядне представлення динаміки сорбції показано на висоті шару 20 см. Наведена вихідна крива показує, щодо 40 хв. шар адсорбенту повністю поглинає адсорбат. З цього часу починається проскок молекул кислоти, що фіксує аналіз рідини на виході з шару. Характер вихідної кривої свідчить про пошарове фронтальне відпрацювання сорбента. Приблизно через 190 хв. сорбент стає повністю насичений сорбованим компонентом. З метою використання методу наближеної оцінки адсорбції у шарі, нами проведено дослідження процесу у «короткому» шарі, висотою 2 см. За початкової концентрації α-оксіпропіонової кислоти 0,015 кг/м^3 побудована початкова крива адсорбції α-оксіпропіонової кислоти в динамічних умовах, що адсорбуються на фільтрувальному матеріалі з адсорбентом при Z=2см.

Досліджено процес одночасної сорбції іонів купруму та хрому природним та синтезованим цеолітом в динамічних умовах в апараті колонного типу. Отримані результати експериментальних досліджень дають змогу визначити кінетичні коефіцієнти процесу сорбції. На підставі проведених досліджень та розрахунків математичної моделі побудовано теоретичну залежність концентрації іонів купруму та хрому у рідкій фазі в залежності від числа Fo. Досліджено процес сорбції іонів купруму та хрому цеолітом та обґрунтовано параметри адсорбційної колони. Встановлено, що мінімальна вистота шару повинна становити 5 см.

Експериментально досліджено дифузію висококонцентрованих розчинів у шарі сорбента в статичних умовах. Встановлено залежність швидкості процесу від напряму фронту дифузії та розраховано коефіцієнти дифузії, кінетичні коефіцієнти дифузійного процесу та швидкість фронту дифузії.