

Е.В. ЧАСОВА, О.В. ДЕМЧИШИНА, кандидати хім. наук, доценти,
В.С. ВОЛОДИНА, А.А. КРАВЦОВА, студенти, Криворізький національний університет

АДСОРБЦІЙНА ОЧИСТКА СТІЧНИХ ВОД ВІД СОЛЕЙ Ni(II) МОДИФІКОВАНИМИ ЦЕОЛІТАМИ

Аналіз сучасного стану методів очищення металовмісних стічних вод, дозволяє вказати на велику кількість різноманітних способів їх очищення. Одним із найбільш перспективних методів очищення стічних вод від важких металів (ВМ), є адсорбція із застосуванням в якості фільтруючого завантаження неорганічних сорбентів, з групи шаруватих силікатів. Адсорбційні методи із застосуванням твердих сорбційних матеріалів здійснюють найбільш глибоке очищення промислових стічних вод. В якості сорбційного матеріала були використані природні цеоліти, модифіковані тетраоксисіланом (ТЕОС) $((\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4\text{Si})$. Цеоліти це мікропористі сорбенти (розмір мікропор складає 0,5-1,5 нм). Модифікація природного цеоліта проводились наступним чином: 1 г ТЕОС розчиняли в 100 см³ толуола. Потім отриманий розчин змішували з 100г природного цеоліта протягом 30 хвилин. Залишки толуолу зливали і отриманий модифікований цеоліт висушували протягом 3 діб на відкритому повітрі і потім протягом 6 годин в сушильній шафі при температурі 110°C.

Вивчення адсорбційної здатності сорбента по відношенню до іонів ВМ проводили за допомогою побудови ізотерм і кінетичних кривих адсорбції. Отримання ізотерм при варіюванні умов проведення експериментів є основним методом вивчення закономірностей адсорбції. Існує декілька методів зняття точок ізотерм сорбції. В роботі використовували метод постійних наважок сорбента зі змінними концентраціями іонів ВМ у модельних розчинах. Адсорбцію із розчинів виконували в статичних умовах. Статичний метод вивчення адсорбції з розчинів полягає у визначенні концентрації вихідного розчину, струшуванню наважки адсорбента з розчином впродовж часу, необхідного для встановлення для адсорбційної рівноваги, і визначення концентрації речовини, що залишилися не адсорбованими. Концентрації іонів металів в розчинах контролювали фотокolorиметричним методом. Вимірювання проводились з використанням фотокolorиметра КФК-2 (кювета поглинання $l=10$ мм при довжині хвилі $\lambda=605$ нм). Проведені дослідження показали, що оптимальне значення рН для іонів нікелю (II), при якому сорбент має найбільшу сорбційну ємність, відповідає величині рН 5,2-5,5. Встановлено, що процес сорбції ендотермічний, оскільки зі збільшенням температури, ємність сорбента по відношенню до іонів нікеля (II) збільшується. В процесі адсорбції іонів Ni (II) на модифікованому цеоліті реалізується два механізми: донорно-акцепторний та іонообмінний.

Виходячи з механізму сорбції, можливо очікувати екзотермічний характер реакції, так як при цьому процесі утворюються досить міцні зв'язки іонів металу з неподіленою електронною парою атомів сорбенту. Але дослідження показали, що процес сорбції ендотермічний. Іони металів в розчині гідратовані і процес сорбції проходить в два етапи: дегідратація іонів, потім процес сорбції. Коли іон метала, який оточений гідратною оболонкою, сідає на поверхню сорбенту, відбувається його дегідратація.

Процес дегідратації носить ендотермічний характер. Власне процес сорбції – екзотермічен. А загальна ендотермічність процесу, у випадку сорбції іонів Ni (II) на модифікованому цеоліті може бути пояснено тим, що енергетичний ефект дегідратації превалює над енергетичним ефектом сорбції. З метою уточнення механізму сорбції досліджуваних матеріалів, були побудовані кінетичні криві адсорбції нікеля (II) на цьому сорбенті при різних концентраціях металу в розчинах. Вивчення отриманих кривих адсорбції підтверджує наше припущення про те, що досліджуваний сорбент, модифікований ТЕОС, має високу вибірковість до іонів нікеля (II). Кінетичні дослідження показали, що сорбційна взаємодія протікає досить інтенсивно. Час сорбційної рівноваги складає 1 годину. Діапазон температур 293-333 К відповідає реальним значенням температур існуючих промислових стічних вод.

Отримані дані свідчать про збільшення швидкості адсорбції зі збільшенням температури. Це пояснюється тим, що рух молекул зі зростанням температури збільшується і вони швидше реагують з поверхнею адсорбента, тобто збільшується швидкість зовнішньої дифузії. Таким чином, підвищення температури приводить до збільшення активації процесу адсорбції.