

А. Гивлюд, О. Чайка, Я. Гумницький (Львів, УКРАЇНА)

ФІЗИКО-ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ КЛИНОПТИОЛІТУ З АДСОРБОВАНОЮ α -ОКСИПРОПІОНОВОЮ КИСЛОТОЮ

Інститут сталого розвитку ім. В.Чорновола, Національний університет «Львівська політехніка», 79013 Львів, вул. С.Бандери, 12, електронна пошта: anna.hyvlyud@gmail.com

Для очищення стічних вод від різноманітних видів забруднень широко використовують адсорбційні методи за допомогою природних та штучних сорбентів, що дає можливість їх регенерації і повторного використання. Ефективним природним мінералом для очищення води можуть служити цеоліти, які за рахунок пористої структури здатні вбирати в свій об'єм агресивні та токсичні сполуки. Наявність у Західному регіоні України природних пористих матеріалів, а саме цеоліту, створює можливість їх ефективного використання для очищення стічних вод молокопереробних підприємств.

Цеоліт володіє поровою структурою з чітко просторовою орієнтацією. Склад таких алюмосилікатних структур виражається загальною формулою $(\text{Na}, \text{K}, \text{Ca})_2 \cdot 3\text{Al}_3(\text{Al}, \text{Si})_2\text{Si}_{13}\text{O} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. Кристали клиноптиоліта мають пластичний габітус, хоча він належить до каркасних алюмосилікатів, тобто його структура тривимірна з жорсткою системою каналів та вікон. Ця невідповідність між формою кристалів та структурою клиноптиоліта зумовлена неоднорідністю хімічних зв'язків на певних кристалографічних напрямках, що призводить до утворення в його структурі слабозв'язаних алюмокисневих шарів та проявляється у вигляді пластинчатих кристалів і спайності

Рентгенофазовим аналізом у цеолітовій породі виявлено клиноптиоліт ($d/n = 0,898; 0,395; 0,296$ нм) та кварц ($d/n = 0,425; 0,333; 0,228$ нм). З кристалохімічної точки зору цеоліт являє собою кремній- та алюмінійвмісну просторову структуру з відповідною пористістю. Наявність в порах гідратованих іонів лужних та лужноземельних металів, які можуть брати участь у іонно-обмінних процесах є важливим фактором в адсорбційних процесах.

Процес сорбції молочної кислоти цеолітом проводили у апараті з мішалкою пропеллерного типу в інтервалі 300 – 800 об/хв. Початкова концентрація молочної кислоти складала 25 мг/дм³. Сорбційну здатність цеоліта визначали шляхом зміни його пористості у процесі оброблення.

Методом ртутної порометрії встановлено, що у процесі обробки цеоліту α -оксипропіоновою кислотою його пористість змінюється з 28,2 до 25,6%; загальний об'єм вторгнення з 0,1842 до 0,1599 см³/г; загальна площа пор з 14,077 до 13,648 м²/г; густина з 1,534 до 1,604 г/см³, що підтверджує високу сорбційну здатність. Отримано інтегральну (1) та диференціальну (2) криві розподілу пор аналізованих зразків за розмірами в діапазоні від 0,0015 до 100 мкм (рис.1), характер яких підтверджує найбільший внесок клиноптиоліта при формуванні порової структури цеоліта. При цьому у матеріалі знаходиться значна частка мезопор (0,002 – 0,050 мкм) при невеликому вмісті макропор 0,050 – 1,0 мкм. Середній радіус пор складає 0,04 мкм.

Наявність значного вмісту мезопор створює можливість адсорбції ними молекул молочної кислоти, так як максимальний розмір складає близько 1,46 нм.

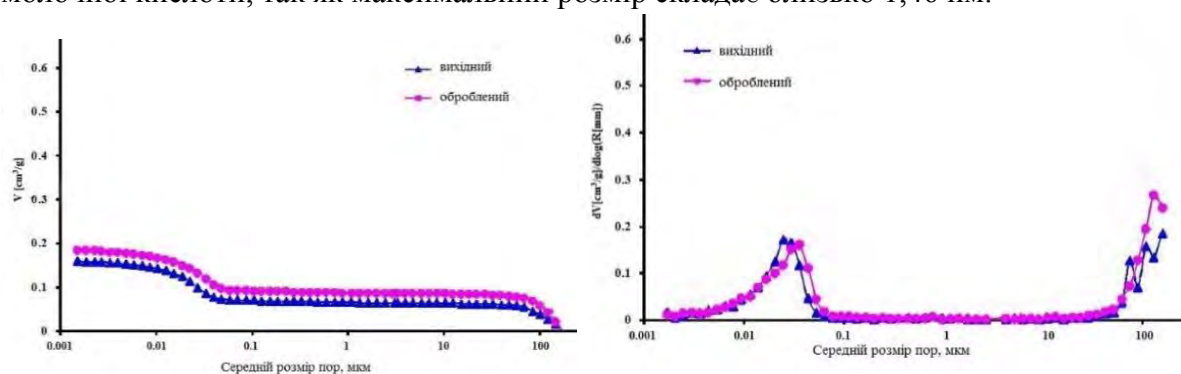


Рис.1. Інтегральна (а) та диференціальна (б) криві розподілу пор

Наявність адсорбованої цеолітом α -оксипропіонової кислоти підтверджено результатами ІЧ-спектроскопії. Наявність на ІЧ спектрі обробленого цеоліту додаткових поглинань, порівняно з вихідним, в області 2600 cm^{-1} , які відносяться до ОН кислотного та коливань в області 1700-1720 cm^{-1} , що відносяться до коливань кислотних груп С=О вказує на наявність у його структурі α -оксипропіонової кислоти.

Методом растрової електронної мікроскопії встановлено, що структура цеоліту представлена деформованими пластинчастими кристалами розміром 1-5 μm з порами різноманітного розміру та конфігурації. При цьому на поверхні та порах обробленого цеоліту виявлено аморфні глобули розміром 0,01-0,1 μm , які можна віднести до скупчень кислоти.

Методом растрової електронної мікроскопії (рис.2а) встановлено, що структура цеоліта подана деформованими пластинчастими кристалами розміром 1 – 5 μm з порами різноманітного розміру та конфігурації. На поверхні пор обробленого молочною кислотою цеоліта (рис.2б) виявлено аморфні глобули розміром 0,01 – 0,1 μm , що підтверджує його високу адсорбційну здатність.

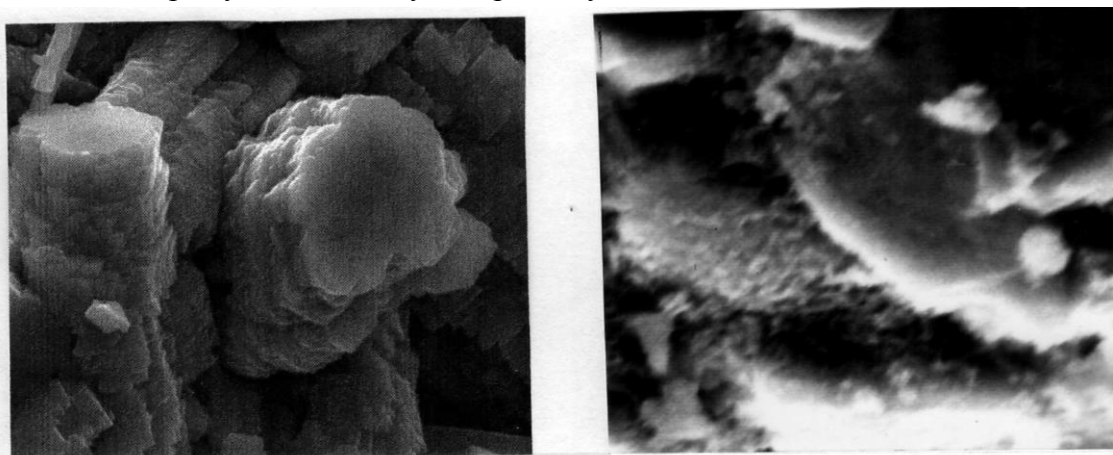


Рис.2. Мікроструктура цеоліту до (а) та після адсорбції (б) молочної кислоти ($\times 1000$)

Методами фізико-хімічного аналізу встановлено структурні особливості природнього цеоліта Сокирницького родовища та підтверджено його високу адсорбційну здатність.