

## ПОМ'ЯКШЕННЯ ТВЕРДОЇ ВОДИ З ДОПОМОГОЮ БАЗАЛЬТОВОГО ТУФУ

*Цимбалюк В.В., доцент кафедри хімії, екології та методики їх навчання  
Гарматюк Т.В., студентка IV курсу*

Екологічна ситуація, що склалася зараз на Україні призвела до значного погіршення стану як поверхневих, так і підземних вод. У воді в небезпечних кількостях можуть міститися нафтопродукти, феноли, барвники, поверхнево-активні речовини, солі важких металів та інші забрудники. У таких умовах для забезпечення населення якісною питною водою технології її очистки повинні бути досконалыми та забезпечувати надійний захист від забрудників.

При оцінці можливості та доцільності використання базальтового туфу (БТ) при очистці реальних питних і стічних вод, насамперед, слід звернути увагу на те, що всі природні мінеральні сорбенти (ПМС) значною мірою гідрофільні. У забрудненій воді містяться як органічні, так і неорганічні речовини. Із сорбційним вилученням неорганічних речовин особливих труднощів не виникатиме, оскільки їх молекули мають, як правило, невеликі розміри. Органічні речовин навпаки мають молекули великих розмірів, що певною мірою не завжди відповідатиме розмірам пор ПМС. На поверхні ПМС знаходяться функціональні групи, які утворюють з молекулами води міцні водневі зв'язки. Середня енергія таких зв'язків становить близько 30–40 кДж/моль. Така сама величина характерна й для енергії адсорбції молекул води з водного розчину оксидним, гідроксидним або алюмосилікатним матеріалом.

З усієї маси ПМС для очищення питних і стічних вод як адсорбенти широко використовуються цеоліти та клиноптилоліти. Адсорбційні властивості у цеолітів та КЛ проявляються не тільки по відношенню до органічних забруднень, але і по відношенню до ряду важких металів і радіонуклідів. Цінність цеолітів як фільтруючих матеріалів визначається їх високою пористістю, завдяки чому проходить очищення води не тільки від завислих часточок, а й від розчинених компонентів. Окрім того, цеоліти мають йонообмінні, каталітичні та інші властивості.

Цінність БТ як адсорбенту в процесі очистки питної води полягає ще і в тому, що під дією БТ проходить пом'якшення води, котре доводиться результатами проведених нами досліджень. Для визначення брали тверду воду з двох джерел і визначали її загальну твердість за результатами трьох титрувань.

$$T^1_{H_2O} = \frac{0,05 \cdot 7,57 \cdot 1000}{50} = 7,57 \text{ ммоль-екв/дм}^3$$

$$T^2_{H_2O} = \frac{0,05 \cdot 9,07 \cdot 1000}{50} = 9,07 \text{ ммоль-екв/дм}^3$$

Використовуючи гранульовану та порошкоподібну природну форму БТ приготували адсорбційні системи із різним співвідношенням маси БТ та об'єму води. Потім твердість води визначали через певний проміжок часу. (табл. 1–2; рис. 1–2).

Таблиця 1

Динаміка зміни твердості води в часі (проба №1)

Адсорбційна система	Твердість води, ммоль-екв/дм <sup>3</sup>			
	3 год	5 год	10 год	24 год
БТ <sub>пор.</sub> : H <sub>2</sub> O, 1 г : 100 мл	7,50	7,37	6,13	5,73
БТ <sub>пор.</sub> : H <sub>2</sub> O, 2 г : 100 мл	7,47	7,27	6,07	5,67
БТ <sub>пор.</sub> : H <sub>2</sub> O, 4 г : 100 мл	7,27	7,07	5,93	5,53
БТ <sub>гр.</sub> : H <sub>2</sub> O, 1 г : 100 мл	7,53	7,47	6,97	6,23
БТ <sub>гр.</sub> : H <sub>2</sub> O, 2 г : 100 мл	7,47	7,33	6,87	6,17
БТ <sub>гр.</sub> : H <sub>2</sub> O, 4 г : 100 мл	7,37	7,17	6,67	6,03

Динаміка зміни твердості води в часі (проба №2)

Адсорбційна система	Твердість води, ммоль-екв/дм <sup>3</sup>			
	3 год	5 год	10 год	24 год
БТ <sub>пор.</sub> : H <sub>2</sub> O, 1 г : 100 мл	8,97	8,87	7,63	7,07
БТ <sub>пор.</sub> : H <sub>2</sub> O, 2 г : 100 мл	8,90	8,73	7,57	6,97
БТ <sub>пор.</sub> : H <sub>2</sub> O, 4 г : 100 мл	8,83	8,53	7,43	6,93
БТ <sub>гр.</sub> : H <sub>2</sub> O, 1 г : 100 мл	9,03	8,93	8,47	7,63
БТ <sub>гр.</sub> : H <sub>2</sub> O, 2 г : 100 мл	8,97	8,77	8,33	7,53
БТ <sub>гр.</sub> : H <sub>2</sub> O, 4 г : 100 мл	8,93	8,67	8,03	7,43

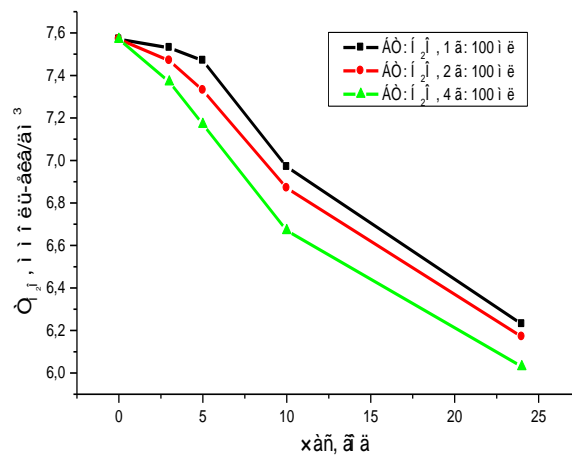
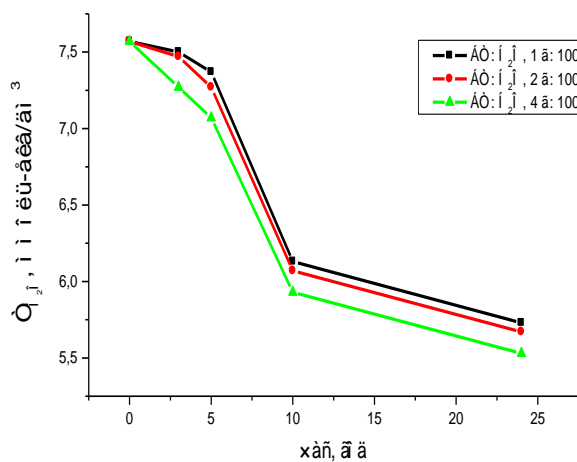


Рис. 1. Динаміка зміни твердості води в часі порошкоподібною (а) та гранульованою (б) формою БТ (проба 1)

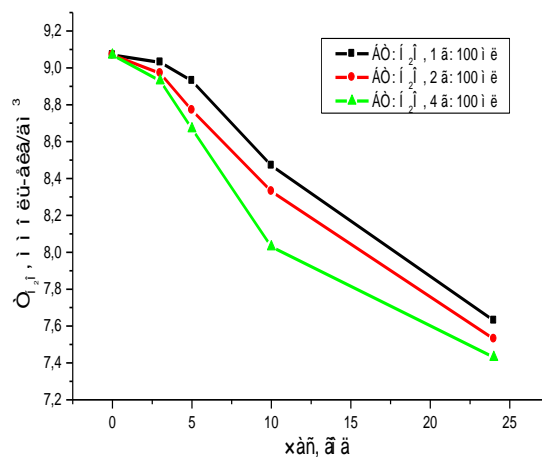
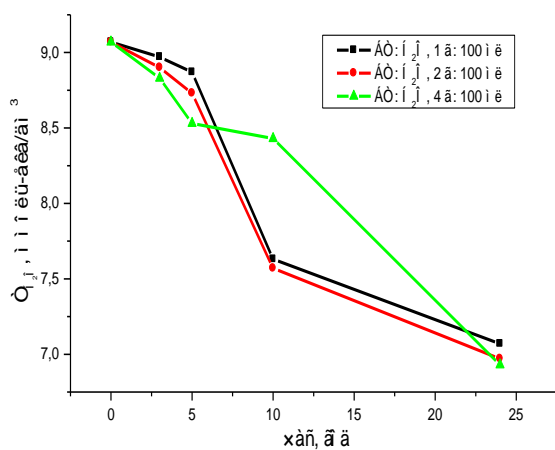


Рис. 2. Динаміка зміни твердості води в часі порошкоподібною (а) та гранульованою (б) формою БТ (проба 2)

Проаналізувавши дані таблиць і графіків, ми бачимо, що порошкоподібна та гранульована форми БТ зменшують загальну твердість води. Цікавим є той факт, що незалежно від початкової твердості води БТ зменшує її твердість на 2,04–2,14 ммоль-екв/дм<sup>3</sup> (24–27%) у випадку порошкоподібної форми і на 1,54–1,64 ммоль-екв/дм<sup>3</sup> (18–20%) – гранульована форма.

Розроблений комплексний сорбент на основі хіміко-термічно модифікованого БТ дозволяє найповніше використовувати його поглинальну здатність. Внаслідок низької

вартості цього адсорбенту необхідність у його наступній регенерації може бути неактуальною, а простота апаратурного оформлення зменшує як вартість самої установки так і експлуатаційні затрати на сам процес очищення. Відпрацьований БТ можна використати у виробництві будівельних матеріалів без додаткової очистки.