

## **ВПЛИВ ПОЛІМЕРНОЇ МОДИФІКАЦІЇ САПОНІТУ ТА БЕНТОНІТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИЛУЧЕННЯ ІОНІВ МЕТАЛІВ**

*Бідовська К., здобувач освіти ІМ курсу ОПП «Хімія з основами викладання»*

*Поліщук О., здобувач освіти ІМ курсу ОПП «Хімія з основами викладання»*

*Науковий керівник – О.Ю. Кичкирук, кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії*

*Житомирського державного університету імені Івана Франка*

*Житомирський державний університет імені Івана Франка*

*[panova\\_o\\_yu@ukr.net](mailto:panova_o_yu@ukr.net)*

Очищення природних вод від іонів важких металів, зокрема Купруму та Кадмію є критично важливим завданням для забезпечення екологічної безпеки регіонів. Природні шаруваті силікати (сапоніт, бентоніт) є перспективними матрицями завдяки високій іонообмінній здатності. Модифікування поверхні мінералів азот- та оксигенвмісними полімерами створює нові функціональні центри, що дозволяє суттєво підвищити селективність сорбентів [3].

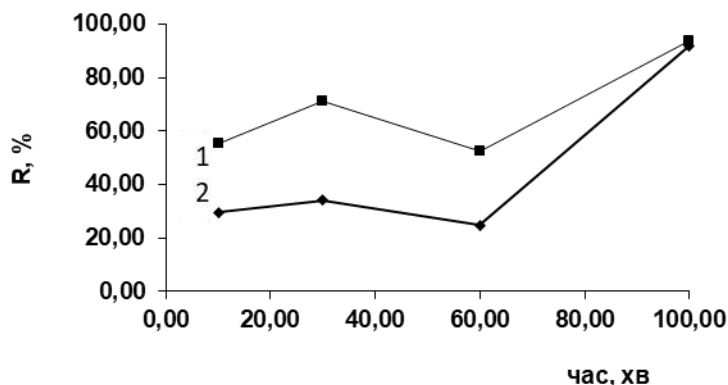
Об'єктами дослідження слугували природний сапоніт та бентоніт. Модифікацію проводили шляхом хімічного закріплення нових полімерних

матеріалів, що містять у ланцюгах нітроген- та оксигенвмісні групи (аміно-, іміно-, гідроксильні групи).

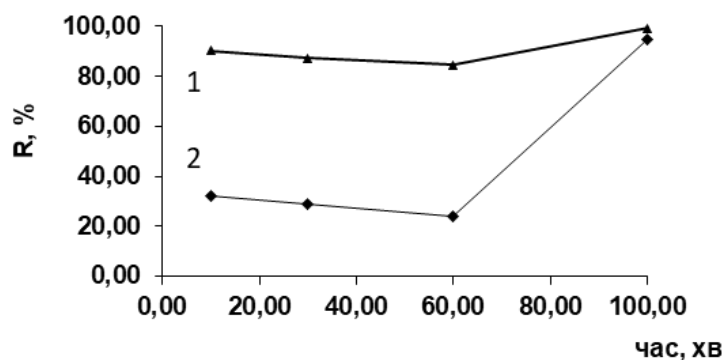
Дослідження сорбції іонів  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  проводили у статичних умовах при постійному перемішуванні. Наважки сорбентів масою 0,1 г контактували з 20 мл модельного розчину. Концентрацію іонів металів визначали методом атомно-абсорбційної спектрометрії на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115 на довжинах хвиль 324,7 нм (для  $\text{Cu}^{2+}$ ) та 228,8 нм (для  $\text{Cd}^{2+}$ ). Вплив кислотності середовища вивчали в діапазоні рН 1,0-6,5.

Важливою характеристикою сорбційних процесів є час встановлення рівноваги в системі сорбент-розчин [1].

Кінетичні дослідження показали, що процес сорбції має багатостадійний характер. На рисунках 1 і 2 представлено залежність ступеня вилучення іонів Купруму та Кадмію ( $R$ , %) від часу контакту для модифікованих зразків сапоніту та бентоніту.



**Рис. 1.** Залежність ступеня вилучення іонів  $\text{Cu}^{2+}$  від часу контакту для модифікованих зразків сапоніту (1) та бентоніту (2)



**Рис. 2.** Залежність ступеня вилучення іонів Cd<sup>2+</sup> від часу контакту для модифікованих зразків сапоніту (1) та бентоніту (2)

Встановлено, що як сапоніт, так і бентоніт, модифіковані азот- та оксигенвмісними полімерами, демонструють високу ефективність у процесах вилучення іонів важких металів (Cu<sup>2+</sup> та Cd<sup>2+</sup>). При досягненні часу контакту 100 хвилин ступінь вилучення обох металів перевищує 90-95%, що свідчить про високий потенціал використання цих композитів у технологіях очищення стічних та природних вод [1].

Виявлено, що сорбція на сапоніті характеризується більш стабільною кінетикою протягом часу (особливо для іонів Cd<sup>2+</sup>), що вказує на швидке та ефективне формування координаційних зв'язків між іонами металів та активними групами (-NH<sub>2</sub>, -OH) полімерного модифікатора.

Бентонітові композити потребують довших часових інтервалів для досягнення стабільної сорбційної рівноваги. Характерний стрибок ефективності вилучення на 100-й хвилині свідчить про залучення внутрішніх активних центрів мінералу та можливі структурні зміни (набухання) у міжшаровому просторі при взаємодії з полімером.

Доведено, що сапоніт є більш універсальним сорбентом для вилучення іонів Купруму та Кадмію в умовах змінного часу контакту, тоді як використання бентоніту вимагає суворого дотримання часового регламенту (оптимально – 100 хв) для досягнення максимальних показників очищення.

#### Літературні джерела:

1. Мілович С. С., Стерчо І. П. Кінетика сорбції іонів Cu(II), Cd(II), Pb(II) на закарпатському клиноптилоліті: модель Еловича. DOI: <https://doi.org/10.24144/2414-0260.2023.2.105-112>.
2. Merrikhpour H., Mobarakpour S. Adsorption of Cd<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, and Ni<sup>2+</sup> onto surfactant modified bentonite. *Desalination and Water Treatment*. 2022. Vol. 271. P. 157–165. DOI: <https://doi.org/10.5004/dwt.2022.28768>.
3. Spathis P. K., Patil S. P. Synthesis and sorption properties for Cu (II), Cd (II) and Pb (II) ions of bentonite-based hybrid materials with in situ immobilized poly[5-(4-nitrophenylazo)-8-methacryloxyquinoline]. *Ukrainian Chemistry Journal*. 2025.