Омельчук Ю.,
здобувачка 2 курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти,
спеціальність Е3 Хімія;
Кучерук С. В.,
доктор філософії з галузей знань Хімічна та біоінженерія,
доцент, доцент кафедри хімії;
Камінський О. М.,
кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії;
Денисюк Р. О.,
кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії
Житомирський державний університет імені Івана Франка

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ АДСОРБЦІЇ КАТІОННИХ ТА АНІОННИХ БАРВНИКІВ НА КАЛІЙ ТИТАНАТІ, ОДЕРЖАНОМУ З ІЛЬМЕНІТОВОГО КОНЦЕНТРАТУ

Стрімкий розвиток текстильної, фарбувальної та хімічної промисловості призводить до систематичного потрапляння стічних вод із високим вмістом синтетичних барвників у природні водойми. Зазначені сполуки відрізняються високою хімічною стійкістю, токсичністю щодо гідробіонтів та здатністю знижувати прозорість води, що порушує процеси природного фотосинтезу. Серед фізико-хімічних методів водоочищення найбільш розповсюдженим і технічно доступним залишається адсорбційний спосіб.

Значну увагу дослідників привертають неорганічні матриці на основі титанатів лужних металів. Завдяки розвинутій структурі, термічній і хімічній стабільності, а також катіонообмінним властивостям вони є перспективними адсорбційними матеріалами. Метою цієї роботи є вивчення закономірностей вилучення органічних барвників катіонного та аніонного типів калій титанатом, синтезованим шляхом лужного вилуговування ільменітової сировини.

Вихідним матеріалом для одержання титанату слугував ільменітовий концентрат Іршанського родовища. Твердофазний лужний синтез здійснювали шляхом термічної обробки шихти (співвідношення ільменіту та KOH становило 1:2) у муфельній печі за температури 463 K упродовж 180 хвилин.

Експерименти з вивчення рівноваги адсорбції проводили у статичному режимі при постійному перемішуванні. Наважку синтезованого калій титанату масою 0,1 г вміщували у водні розчини барвників із вихідними концентраціями 2–10 мг/л. Встановлення адсорбційної рівноваги фіксували фотоколориметрично за зміною оптичної густини розчинів при відповідних довжинах хвиль.

Для об’єктивної оцінки функціональних властивостей одержаного матеріалу проведено порівняльне дослідження його адсорбційної ємності (A, мг/г) відносно стандартного зразка промислового титан(IV) оксиду. Порівняльні характеристики для вихідної концентрації забруднювачів 8 мг/л наведено в Таблиці 1.

Отримані результати свідчать про виражену селективність синтезованого калій титанату щодо метиленого синього. Адсорбційна ємність K_2TiO_3 за катіонним барвником перевищує показник незаміщеного TiO_2 в 1,7 раза. Це

зумовлено наявністю від'ємно зарядженого титанатного каркасу та здатністю міжшарових катіонів Калію до іонообмінних процесів із катіонними групами барвника. Натомість аніонна форма індигокарміну зазнає електростатичного відштовхування від поверхні титанату, що пояснює його нижче вилучення порівняно з незарядженою або слабкоосновною поверхнею оксиду титану.

Таблиця 1

Адсорбційна здатність досліджуваних зразків

Адсорбційний матеріал	Модельний барвник	А, мг/г	Е, мл/г
K_2TiO_3	Метиленовий синій	0,910	138,37
TiO_2	Метиленовий синій	0,540	62,35
K_2TiO_3	Індигокармін	0,600	76,14
TiO_2	Індигокармін	2,100	376,34

Математичне моделювання рівноважних даних проводили з використанням ізотерм Ленгмюра та Фрейндліха. Високий рівень апроксимації експериментальних даних метиленого синього моделлю Ленгмюра ($R^2 = 0,906$\$) підтверджує моношаровий характер поглинання на енергетично однорідних активних центрах. Заглушення адсорбції індигокарміну та належне опис даних моделлю Фрейндліха ($R^2 = 0,879$) вказують на полішарову взаємодію на енергетично неоднорідній поверхні.

Таким чином, використання ільменітового концентрату як доступної вітчизняної сировини дозволяє одержувати ефективні сорбційні матеріали. Синтезований калій титанат вирізняється високою ефективністю щодо вилучення катіонних синтетичних барвників, що робить його перспективним для застосування у локальних спорудах очищення промислових стічних вод.

Список використаних джерел

1. Zhai J., Chen P., Sun W., Chen W., Wan S. A review of mineral processing of ilmenite by flotation. *Minerals Engineering*. 2020. Vol. 157. P. 1–11.

DOI: https://doi.org/10.1016/j.mineng.2020.106558.

2. Mahmoud M. H. H., Afifi A. A. I., Ibrahim I. A. Reductive leaching of ilmenite ore in hydrochloric acid for preparation of synthetic rutile. *Hydrometallurgy*. 2004. Vol. 73, Iss. 1–2. P. 99–109.

DOI: https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2003.08.001.

3. Pysarenko S., Kaminskyi O., Chyhyrynet O., Denysiuk R., Anichkina O., Chernenko V. Kinetics of alkaline leaching process of Titanium(IV) from ilmenite. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. 2023. Vol. 58, Iss. 6. P. 1146–1152.