

ПРОЦЕСИ АДСОРБЦІЇ БАРВНИКІВ МАГНІТОЧУТЛИВИМИ НАНОМАТЕРІАЛАМИ НА ОСНОВІ ШПІНЕЛЕЙ

Камінський Олександр

к.х.н., доцент

Олексюк Олена

здобувач вищої освіти магістерського рівня

Денисюк Роман

к.х.н., доцент

Панасюк Дмитро

асистент

Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Особливу увагу дослідників останнім часом привертають магнітні наночастинки шпінельного типу, завдяки їхнім унікальним фізико-хімічним властивостям, що відкривають широкі перспективи для використання в хімічній, харчовій, фармацевтичній промисловості, а також у сфері нанотехнологій. Наноструктуровані шпінельні ферити характеризуються рядом важливих характеристик, серед яких можна виділити такі: велика питома площа поверхні, антибактеріальна та фотокаталітична активність, пористість і помірні магнітні властивості [1]. Також дані матеріали набувають популярності через те, що їх можна одержувати золь-гель методами, а набором фізико-хімічних властивостей можна керувати технологічно.

Барвники являють собою хімічні сполуки, що застосовуються для надання кольору різноманітним продуктам, включаючи харчові, косметичні та фармацевтичні засоби. Залежно від походження, вони поділяються на природні та синтетичні. Природні барвники отримують із рослинної, тваринної або мінеральної сировини, тоді як синтетичні створюються шляхом органічного синтезу. Основними цілями їхнього застосування є покращення візуальних характеристик продукції, підвищення естетичної привабливості, а також забезпечення стійкості кольору протягом тривалого часу. Згідно з даними наукових джерел, у процесі фарбування до 10-15% барвників втрачається, потрапляючи до стічних вод [2-3]. Тому пошук ефективних методів вилучення барвників з водою залишається актуальним.

Наприклад, у роботі [4] було отримано новий адсорбційний матеріал на основі магнітних наночастинок CaFe_2O_4 (МНЧ), який продемонстрував високу ефективність у процесі видалення барвників із водних розчинів. Як модельні речовини було обрано катіонний барвник кристалічний фіолетовий (CV) та аніонний барвник конго червоний (CR), дослідження проводилися як для окремих, так і для змішаних систем. Встановлено, що наночастинки CaFe_2O_4

мають високу адсорбційну спорідненість до CR, досягаючи ефективності видалення на рівні 96,1%, тоді як для CV спостерігається мінімальна адсорбція. Високу ефективність сорбції CR пояснено участю водневих зв'язків і диполь-дипольних взаємодій між поверхнею адсорбенту та молекулами аніонного барвника. У бінарній системі відзначено зростання адсорбції CV з 5,0% до 30,4%, що зумовлено синергетичним ефектом, який виникає внаслідок електронного притягання між молекулами CV і CR, сприяючи коадсорбції CV на CaFe_2O_4 . Завдяки високій регенераційній здатності, матеріал CaFe_2O_4 є перспективним для використання у процесах очищення стічних вод від токсичних барвників.

Магнітний наноферит цинку ZnFe_2O_4 (MNZnFe) було отримано гідротермальним методом із застосуванням мікрохвильового опромінення та використано як ефективний адсорбент для вилучення кислотного барвника Acid Red 88 (AR88) із водного середовища. Дослідження адсорбційних властивостей проведено при початковій концентрації барвника в межах 10-56 мг/л, значеннях рН від 3,2 до 10,7 та температурі 20-60 °С. Отримані експериментальні дані проаналізовано з використанням ізотерм Ленгмюра та Фрейндліха. Встановлено, що адсорбційна рівновага найкраще описується моделлю Ленгмюра, що свідчить про моношаровий характер адсорбції. Кінетика процесу адсорбції відповідає моделі псевдо-другого порядку, що вказує на хемосорбційний механізм взаємодії між барвником і поверхнею адсорбенту [5].

Отже, магніточутливі шпінелі є перспективними адсорбентами барвників з водних розчинів.

Список використаних джерел

1. Sharma R., Singhal S. Structural, magnetic and electrical properties of zinc doped nickel ferrite and their application in photo catalytic degradation of methylene blue. *Physica B: Condensed Matter*. 2013. Vol. 414. P. 83-90. <https://doi.org/10.1016/j.physb.2013.01.015>
2. Kant R. Adsorption of Dye Eosin from an Aqueous Solution on two Different Samples of Activated Carbon by Static Batch Method. *Journal of Water Resource and Protection*. 2012. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2012.42011>
3. Tichapondwa S.M., Newman J.P., Kubheka O., Effect of TiO_2 phase on the photocatalytic degradation of methylene blue dye. *Physics and Chemistry of the Earth*. 2020. Vol. 118. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2020.102900>
4. An Sh., Liu X., Yang L., Zhang L. Enhancement removal of crystal violet dye using magnetic calcium ferrite nanoparticle: Study in single- and binary-solute systems. *Chemical Engineering Research and Design*. 2015. Vol. 94. P. 726-735. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2014.10.013>
5. Konicki W., Sibera D., Mijowska E., Lendzion-Bieluń Z., Narkiewicz U. Equilibrium and kinetic studies on acid dye Acid Red 88 adsorption by magnetic ZnFe_2O_4 spinel ferrite nanoparticles. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2013. Vol. 398. P. 152-160. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2013.02.021>