

# ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В ЯКОСТІ АДСОРБЕНТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Сумський державний університет

## Анотація.

*Стрімкий ріст та розвиток людської популяції, а також зростання обсягів забруднення водних об'єктів внаслідок військових дій потребує негайного пошуку безпечних, економічно вигідних та легких в обслуговуванні методів очищення. Значну увагу дослідників привертають адсорбційні методи очищення стічних вод із використанням як адсорбентів відходів виробництв. Використання відходів теплоенергетики в процесі очищення стічних вод від важких металів є перспективним методом та дає подвійний ефект зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.*

**Ключові слова:** адсорбент; адсорбція; важкі метали; очищення стічних вод; золошлакові відходи.

## Abstract.

*The rapid growth and development of the human population, as well as the increase in the volume of pollution of water bodies as a result of military operations, requires an immediate search for safe, economically profitable and easy-to-maintain cleaning methods. Adsorption methods of wastewater treatment using industrial waste as adsorbents attract considerable attention of researchers. The use of thermal energy waste in the process of cleaning wastewater from heavy metals is a promising method and gives a double effect of reducing the negative impact on the environment.*

**Keywords:** adsorbent; adsorption; heavy metals; wastewater treatment; ash and slag waste.

Стрімкий ріст та розвиток людської популяції призвів до надмірної експлуатації та деградації водних ресурсів, яка перевищує здатність до самовідновлення, що несе в собі загрозу глобальній екосистемі та людству. 23 % від загального обсягу споживання води використовується промисловими підприємствами [1].

За останні 5 років стрімко зростає зацікавленість науковців у вирішенні проблеми впливу недоочищених та неочищених стічних вод на навколишнє середовище. За даними бази даних ScienceDirect за запитом «очищення стічних вод» зацікавленість зросла з 16 914 публікацій в 2018 році до 36 159 публікацій у 2023 році [2].

Зростання обсягів забруднення водних об'єктів внаслідок антропогенного впливу відбувається також внаслідок військових дій, а отже потребує негайного пошуку безпечних, економічно вигідних та легких в обслуговуванні методів очищення.

Для створення раціональної схеми очищення стічних вод враховується їх склад, аналізуються фізико-хімічні показники. Найпоширеніші методи очищення стічних вод від важких металів включають адсорбцію, електрохімічні методи, нейтралізацію та осадження, мембранні методи [3]. Зазвичай стічні води з високим вмістом важких металів очищуються традиційними хімічними методами, ефективність цих технологій сильно залежить від концентрації важких металів, а також продукують велику кількість осаду [4].

Серед вищевказаних методів адсорбція є найбільш поширеним, простим, екологічно безпечним та ефективним методом очищення стічних вод від важких металів. Метод невибагливий та гнучкий завдяки різноманітності вибору адсорбенту. Ефективність очищення від 70 % до 98 % в залежності від використаного адсорбенту та умов проведення очищення. У адсорбції використовуються адсорбенти з великою площею поверхні та високою адсорбційною здатністю, так як цей метод передбачає концентрацію забруднювачів на поверхні або в порах адсорбенту [3].

Значну увагу дослідників привертають адсорбційні методи очищення стічних вод із використанням як адсорбентів відходів виробництва. Процес очищення стічних вод з використанням адсорбентів природних матеріалів або відходів промисловості не є новим, проте потребує постійної адаптації. Використання відходів теплоенергетики в процесі очищення стічних вод від важких металів дає подвійний ефект зменшення негативного впливу на навколишнє середовище за рахунок зменшення впливу золівідвалів, а також зменшення впливу поллютантів в стічних водах на водне середовище та ґрунти, а внаслідок зменшення негативного впливу на флору та фауну, та зокрема людину.

Відходи теплоелектростанцій вважають забруднювачем довкілля, але використовують у багатьох областях. Наприклад, його використовують при виробництві цементу, дорожнього покриття та як перспективний матеріал для очищення вод. Золошлакові відходи можуть використовуватись у процесах адсорбції, фільтрації, іонообміну, коагуляції, фотокаталізу [2].

Використання відходів теплоенергетики саме як адсорбенту у процесах очищення стічних вод методом адсорбції є перспективним методом, так як золошлакові відходи відповідають основним вимогам для сорбентів щодо великої питомої поверхні, пористості, морфології, хімічного складу [5].

Автори [5] підкреслюють можливість вторинного забруднення внаслідок вимивання небезпечних елементів (свинцю, міді, цинку, кадмію) із золошлакових адсорбентів, а також зменшення вимивання елементів із підвищенням лужності золошлаків, що потребує додаткових досліджень для вивчення впливу на навколишнє середовище. Для використання золошлаків як адсорбенту необхідний постійний контроль безпечності використовуваної сировини, щоб уникнути можливого вторинного забруднення в процесі адсорбції [5] та попередити негативний вплив на людину.

Усі перелічені переваги роблять використання золошлакових відходів у процесах очищення стічних вод перспективною альтернативою, яка може сприяти покращенню якості навколишнього середовища і стічних вод, а також економічній ефективності утилізації відходів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Blanco-Vieites, M., Suárez-Montes, D., Delgado, F., Álvarez-Gil, M., Battez, A. H., & Rodríguez, E. Removal of heavy metals and hydrocarbons by microalgae from wastewater in the steel industry. *Algal Research*. 2022. Vol. 64. P. 102700. doi: 10.1016/J.ALGAL.2022.102700
2. Залевська І. В., Гурець Л.Л. Аналіз технологій очищення стічних вод з використанням відходів теплоелектростанцій в якості адсорбенту. *Збірник наукових праць НУК*. 2024. Вип. 1. С. 159– 165. doi: 10.15589/znp2024.1(494).22
3. Wang, Q., Wang, B., Ma, Y., Zhang, X., Lyu, W., & Chen, M. Stabilization of heavy metals in biochar derived from plants in antimony mining area and its environmental implications. *Environmental Pollution*. 2022. Vol. 300. P. 118902. doi: 10.1016/J.ENVPOL.2022.118902
4. Shrestha, R., Ban, S., Devkota, S., Sharma, S., Joshi, R., Tiwari, A. P., Kim, H. Y., & Joshi, M. K. Technological trends in heavy metals removal from industrial wastewater: A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2021. Vol. 9, no 4. P. 105688. doi: 10.1016/J.JECE.2021.105688
5. Singh, N. B., Agarwal, A., De, A., & Singh, P. Coal fly ash: an emerging material for water remediation. *International Journal of Coal Science & Technology*. 2022. Vol. 9, no 3. P. 44. doi: 10.1007/s40789-022-00512-1

**Залевська Ірина Віталіївна** – аспірантка кафедри екології та природозахисних технологій, Сумський державний університет, м. Суми. i.zalevska@ecolog.sumdu.edu.ua.

**Zalevska Iryna V.** – Postgraduate of the Department of Ecology and Environmental Protection Technologies, Sumy State University, Sumy, i.zalevska@ecolog.sumdu.edu.ua.