

ПЕРЕРОБКА МЕТАЛІВ З ЕЛЕКТРОННИХ ВІДХОДІВ ЯК КЛЮЧОВИЙ АСПЕКТ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Мороз Ірина Анатоліївна

Луцький національний технічний університет, i.moroz@lntu.edu.ua

Шемет Василина Ярославівна

Луцький національний технічний університет, v.shemet@lntu.edu.ua

Гулай Ольга Іванівна

Луцький національний технічний університет, o.hulai@lntu.edu.ua

Протягом останніх десятиліть людство стикається з проблемою стрімкого зростання кількості відходів, зокрема електронних. Це пов'язано зі збільшенням населення планети та попитом на складні технологічні пристрої. Саме зростання попиту на технологічні пристрої сприяє створенню величезних кількостей електронних відходів як у країнах, що розвиваються, так і в розвинених країнах [1, 2]. Електронні відходи також називають відходами електричного та електронного обладнання, вони належать до електронного обладнання з вичерпним терміном служби.

За даними наукових досліджень, електронні відходи є одним з найшвидше зростаючих потоків твердих відходів у світі. Щорічно утворюються десятки мільйонів тонн таких відходів, так у 2019 році загальна кількість електронних відходів становила 53,6 млн тонн, тобто 7,3 кг на кожного жителя планети. Глобальний потік електронних відходів не контролюється належним чином. Так, за даними Форті та ін., (2020) близько 7–20% електронних відходів експортується як вживані продукти (наприклад, металевий брухт, матеріали для повторного використання або відновлення) або електронні відходи відповідно до законодавства країни, яка імпортує. Зважаючи на загальну тенденцію збільшення попиту на електронне обладнання очікують збільшення споживання електричних та електронних товарів щорічно приблизно на 2,5 млн т. [3].

Електронні відходи є одним з найбільш проблемних видів відходів через їх токсичність та складність утилізації. Рівень переробки таких відходів залишається вкрай низьким – лише 17,4% у 2019 році [4]. Більшість електронних відходів потрапляє на звалища або спалюється, що становить загрозу довкіллю. Однак, зважаючи на короткий життєвий цикл електронних виробів та у контексті переходу до циркулярної економіки, електронні відходи розглядають як потенційне джерело цінних ресурсів, насамперед металів. Тому все більшої актуальності набуває питання ефективного вилучення металів з електронних відходів.

Електронні відходи містять значну кількість цінних ресурсів, які можна використовувати повторно. Насамперед, це стосується різноманітних металів, концентрація яких у відходах може бути набагато вищою, ніж у природних рудах. Наприклад, 1 тонна мобільних телефонів містить близько 3,5 кг срібла, 340 г золота, 140 г паладію та 130 кг міді. У невеликих електронних пристроях (телефонах, платах) частка дорогоцінних металів сягає 70% від загальної вартості.

Таким чином, вилучення металів з електронних відходів дозволяє зекономити значні обсяги природних ресурсів. Адже більшість металів може перероблятися у численних циклах без втрати якості. Крім того, вторинне виробництво металів потребує на порядок менше енергії, ніж видобуток і переробка руд. Наприклад, для алюмінію ця різниця становить 90-95%. Тому рециклінг металів з електронних відходів є набагато економічнішим та екологічнішим порівняно з використанням первинної сировини.

Ще одним важливим аспектом є можливість вилучення токсичних металів, таких як свинець, ртуть, кадмій, з електронних відходів. Це дозволяє усунути їх шкідливий

вплив на довкілля. Адаже при потраплянні на звалища такі речовини забруднюють ґрунти, підземні та поверхневі води. Вилучення токсичних компонентів є обов'язковим етапом у будь-яких технологіях рециклінгу електронних відходів. Найбільш перспективними для рециклінгу є невеликі електронні пристрої (телефони, друковані плати тощо), оскільки вони містяться відносно великі концентрації рідкоземельних металів, які включають неодим, диспрозій, тербій та інші. Ці метали є цінними та необхідними для виробництва високоефективних магнітів, які використовуються в різних електронних пристроях.

Отже, в умовах обмеженості природних ресурсів та зростання кількості відходів, переробка останніх на ресурси є важливим напрямком реалізації концепції циркулярної економіки. Зокрема, вилучення металів з електронних відходів має значний потенціал для заощадження природних ресурсів, енергії, а також для зменшення техногенного навантаження на довкілля.

Проте існує низка перешкод, що гальмують широкомасштабний рециклінг електронних відходів. По-перше, це недостатня обізнаність та зацікавленість населення у роздільному зборі таких відходів. Лише невелика частина відпрацьованої побутової техніки потрапляє на переробні підприємства. По-друге, існуючі технології утилізації електронних відходів є недостатньо ефективними. Рівень вилучення окремих компонентів, зокрема металів, часто не перевищує 10% [5]. По-третє, відсутня достатня економічна зацікавленість суб'єктів господарювання у зборі та переробці електронних відходів.

Зважаючи на це, скоординовані зусилля на державному рівні та усунення перешкод для вторинної переробки електронних відходів не лише сприятиме сталому розвитку, але й відіграє важливу роль у збереженні навколишнього середовища. Правильно налаштована система переробки може зробити великий внесок у вирішення проблем сучасності та стати ключем до забезпечення енергетичної сталості у майбутньому.

Список літератури

1. Cole, C., Gnanapragasam, A., Cooper, T., & Singh, J. (2019). Assessing barriers to reuse of electrical and electronic equipment, a UK perspective. *Resources, Conservation & Recycling: X, 1*, 100004.
2. Toral-López, V., González, C., Romero, F. J., Castillo, E., Parrilla, L., García, A., & Morales, D. P. (2018). Reconfigurable electronics: Addressing the uncontrolled increase of waste electrical and electronic equipment. *Resources, Conservation and Recycling Volume 138 2018-11*, 47-48.
3. Forti, V., Balde, C. P., Kuehr, R., & Bel, G. (2020). The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential.
4. Messmann, L., Helbig, C., Thorenz, A., & Tuma, A. (2019). Economic and environmental benefits of recovery networks for WEEE in Europe. *Journal of Cleaner Production*, 222, 655-668.
5. Rene, E. R., Sethurajan, M., Ponnusamy, V. K., Kumar, G., Dung, T. N. B., Brindhadevi, K., & Pugazhendhi, A. (2021). Electronic waste generation, recycling and resource recovery: Technological perspectives and trends. *Journal of Hazardous Materials*, 416, 125664.