

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ЕЛЕКТРОННИХ ВІДХОДІВ ЯК ЕЛЕМЕНТ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

Чайка В. Є.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Україна

Chaika.Vl.Y@ntu.one

Основним завданням роботи є аналіз сучасних технологій утилізації та переробки електронних відходів, визначення їх екологічної та економічної ефективності, а також обґрунтування ролі цих процесів у формуванні та розвитку циркулярної економіки. У тезах розглядаються перспективи впровадження інноваційних методів переробки електронної техніки, спрямованих на зменшення негативного впливу на довкілля та раціональне використання ресурсів.

Ключові слова: електронні відходи; утилізація; переробка; циркулярна економіка; екологічна безпека; ресурсоефективність; сталий розвиток; інноваційні технології.

У ХХІ столітті людство зіткнулося з новою екологічною загрозою — стрімким зростанням обсягів електронних відходів (e-waste), що утворюються внаслідок масового використання та швидкого морального старіння електронних пристроїв. За даними міжнародних досліджень, щороку у світі утворюється понад 50 мільйонів тонн електронного сміття, з яких лише близько 20% підлягають переробці. Решта потрапляє на звалища, де токсичні речовини, такі як свинець, кадмій, ртуть і бромовані сполуки, потрапляють у довкілля, забруднюючи ґрунт, воду та повітря. Це становить не лише екологічну, але й соціальну загрозу, адже негативно впливає на здоров'я людей, особливо у густонаселених регіонах.

Сучасні підходи до вирішення проблеми електронних відходів ґрунтуються на концепції циркулярної економіки, яка передбачає перехід від лінійної моделі споживання («виробництво — використання — утилізація») до замкненого циклу використання ресурсів [1]. У такій моделі матеріали після використання не знищуються, а повертаються у виробничий процес через повторне використання, ремонт, модернізацію або переробку. Це дозволяє мінімізувати обсяг відходів, зменшити споживання природних ресурсів і створити умови для сталого економічного розвитку.

Переробка електронних відходів є важливою складовою реалізації принципів циркулярної економіки [2]. Вона передбачає застосування комплексу технологічних процесів, що включають збір, сортування, демонтаж, подрібнення, сепарацію матеріалів, хімічну або термічну обробку компонентів. Однією з найефективніших є комбінована технологія, що поєднує механічну та гідрометалургійну обробку. Механічний етап передбачає подрібнення електронних компонентів і відокремлення металевих, пластикових та керамічних фракцій, тоді як гідрометалургійні процеси дозволяють вилучати дорогоцінні метали — золото, срібло, мідь, платину. У результаті отримані матеріали можуть бути повторно використані у виробництві електроніки, акумуляторів або промислового обладнання.

В Україні питання утилізації електронних відходів набуває дедалі більшої актуальності. За оцінками експертів, щороку утворюється понад 150 тисяч тонн таких відходів, але значна їх частина потрапляє до побутових звалищ. Однією з причин є відсутність розвиненої інфраструктури збору та системи економічного стимулювання підприємств і населення до здачі відпрацьованої техніки. Деякі компанії впроваджують власні програми збору старих пристроїв, проте їх масштаб залишається недостатнім. Позитивним прикладом є діяльність екологічних ініціатив та підприємств, що співпрацюють із міжнародними організаціями, впроваджуючи програми з утилізації батарейок, мобільних телефонів, комп'ютерів і побутової техніки.

Важливу роль у розвитку галузі відіграє впровадження безвідходних та ресурсозберігаючих технологій, які дозволяють зменшити екологічне навантаження на довкілля. Перспективними є методи піролізу та плазмової обробки, що забезпечують високий рівень вилучення корисних матеріалів і мінімізацію токсичних викидів [3]. Окрім цього, активно розробляються біотехнологічні методи, засновані на використанні мікроорганізмів для вилучення металів із відходів, що є безпечнішими та енергоефективнішими.

У рамках концепції циркулярної економіки переробка електронних відходів має не лише екологічне, а й економічне значення. Згідно з дослідженнями, із однієї тонни електронних відходів можна отримати більше золота, ніж із тонни руди, а вартість вилучених матеріалів часто перевищує витрати на їх обробку. Таким чином, утилізація електронних відходів стає джерелом ресурсів для промисловості та важливим напрямом розвитку “зеленої економіки”.

Для України перспективним є поєднання державного регулювання, корпоративної відповідальності та громадської активності. Необхідним є створення законодавчих умов для розширеної відповідальності виробника, що передбачає обов’язок виробників електроніки забезпечувати збір та переробку своєї продукції після завершення терміну її експлуатації. Також важливим є розвиток просвітницьких програм серед населення, спрямованих на формування екологічної свідомості та стимулювання культури роздільного збору електронних відходів.

Висновки. Сучасні технології переробки електронних відходів є невід’ємним елементом переходу до циркулярної економіки, адже вони дозволяють ефективно поєднувати економічні інтереси з екологічною відповідальністю. Розвиток цієї сфери в Україні має стати стратегічним напрямом державної політики у галузі охорони навколишнього природного середовища, сприяти створенню “зеленої” економіки, підвищенню конкурентоспроможності промисловості та поліпшенню якості життя населення. Лише через інтеграцію технологічних, організаційних та освітніх рішень можливо забезпечити ефективне функціонування системи управління електронними відходами, що відповідатиме вимогам сталого розвитку України до 2030 року [4].

ЛІТЕРАТУРА

1. Артемов В. О., Бахчеван Е. В., Бочко О. А. Циркулярна економіка — виклик сучасності. Економіка та суспільство. Випуск #58/2023.
DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-58-17>
2. А. І. Крисоватий, Р. Є. Зварич, І. Я. Зварич. Циркулярна політика управління відходами: підручник / Тернопіль : ЗУНУ, 2023.
3. Т. С. Айрапетян, С. М. Епоян. Технології переробки та утилізації відходів. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024.
4. Стратегія сталого розвитку України до 2030 року. URL: https://files.acquia.undp.org/public/migration/ua/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf