

УДК 338.1

Третяк Н.М.¹, Джемелінський С.П.²

¹ доц. Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького

² асп. Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ПЕРЕРОБКИ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

Процеси цифровізації охопили усі сфери нашого життя та діяльності, так цифрові інструменти стали широко використовувати у процесі переробки вторинної сировини. Це допомагає зробити процес збору, сортування, обробки та повторного використання відходів більш ефективним, автоматизованим і прозорим. Такі інструменти можна класифікувати за їх роллю у процесі переробки вторинної сировини:

Системи розумного збору та логістики, які допомагають оптимізувати збір сировини: наприклад IoT-сенсори у сміттєвих контейнерах, які визначають рівень наповнення, надсилають сигнал про необхідність вивезення. Системи GPS відстеження маршрутів, що оптимізують логістику вивезення вторинної сировини, знижуючи витрати та викиди CO₂. Прикладом є *Evreka*, *Sensoneo* – міжнародні платформи для «розумного сміття» [1].

2. Системи автоматизованого сортування вторинної сировини: камери з ШІ та роботизовані сортувальники, які можуть розпізнавати та сортувати пластик, скло, метал тощо.

3. Система блокчейн, що дозволяє відстежувати шлях вторинної сировини: від збору до переробки чи повторного використання.

4. Цифрові платформи для обміну або продажу сировини, існують онлайн-маркетплейси, де підприємства можуть продавати або купувати вторинну сировину, що зменшує кількість відходів і стимулює циркулярну економіку [1].

5. Автоматизовані системи для обліку сировини та створення звітності, тобто інструменти для збору даних, створення звітів щодо обсягів переробки, викидів в атмосферу, і які допомагають компаніям дотримуватися ESG-стандартів.

6. Освітні та мотиваційні цифрові додатки для населення, що стимулюють сортувати сміття та отримувати винагороди.

Застосування цифрових технологій у переробці вторинної сировини має ряд переваг. Основними досягненнями є: підвищення ефективності сортування та зниження витрат. Автоматизація процесу сортування відходів за допомогою ШІ та роботів дозволяє значно підвищити точність сортування до 95-98% у порівнянні з традиційними методами. Роботизовані системи можуть сортувати різні види матеріалів: пластик, метал, скло без людського втручання, що економить час і знижує витрати робочої сили. Прикладом є : AMP Robotics і ZenRobotics.

Цифрові інструменти значно покращують процес логістики збору вторинної сировини, завдяки Інтернету речей (IoT) та датчикам в контейнерах, можна контролювати рівень заповнення контейнеру і знизити кількість візитів до неповних контейнерів, це оптимізує маршрути для збору сміття та дозволяє зменшити витрати пального, викиди CO₂ і час на виконання завдань. Прикладом є: Sensoneo та Evreka [2].

Значно покращується прозорість та контроль за процесом обробки і реалізації вторинної сировини, це сприяє зменшенню корупції, забезпеченню прозорості та довіри з боку споживачів. Прикладом є: *Plastic Bank*, що застосовує блокчейн для відстеження зібраного пластику.

Завдяки цифровим інструментам можна отримати реальні дані про кількість зібраних відходів, їх обробку та утилізацію. Це дає можливість спостерігати за прогресом у досягненні цілей з переробки та зменшення шкідливих викидів. Прикладом є: Київ Digital – платформа для моніторингу екологічної ситуації в місті та аналізу ефективності переробки.

Впровадження цифрових інструментів для автоматичного розпізнавання пластикових відходів дозволяє підвищити ефективність їх сортування і зменшити час обробки. Ведення цифрових реєстрів для відходів, зокрема пластику дозволяє контролювати їх шляхи і запобігати несанкціонованому вивезенню чи незаконному захороненню.

Загалом, застосування цифрових технологій дозволяє зменшити викиди CO₂, покращити енергоефективність процесів переробки і збільшити кількість перероблених матеріалів. Це веде до розвитку циркулярної економіки, де відходи стають новою сировиною.

Таким чином, впровадження цифрових інструментів в переробку вторинної сировини дозволяє зменшити витрати на логістику до 20-30% і на переробку до 15-20%. Штучний інтелект і роботизовані системи підвищують точність сортування на 10-20% [2]. Цифрові інструменти значно підвищують ефективність переробки вторинної сировини, знижують витрати, покращують екологічну ситуацію та допомагають забезпечити більшу прозорість і доступність для учасників процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стале управління відходами: що робить ЄС, (2024). URL: <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/ article/20180328STO00751/sustainable-waste-management-what-the-eu-is-doing>
2. Принципи циклічної економіки для розумного управління відходами (2023). URL: <https://www.pluginandplaytechcenter.com/insights/circular-economy-principles-for-smart-waste-management>