



УДК 66.017:504.06:628.4

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.28>

СТАЛИЙ РОЗВИТОК ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ЧЕРЕЗ ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ

О. М. Василенко¹

Сучасна хімічна промисловість стикається з низкою викликів, серед яких ключовими є підвищення ефективності використання ресурсів, мінімізація утворення відходів і впровадження технологій їх переробки. У контексті інтеграції України до європейського економічного простору набуває актуальності реалізація принципів сталого розвитку та циркулярної економіки, що відповідає міжнародним стандартам і екологічним вимогам.

Метою цього дослідження було визначення ефективності впровадження технологій переробки відходів у виробничі процеси підприємств хімічної галузі. Особливу увагу приділено аналізу економічних та екологічних переваг використання вторинної сировини, а також оцінці можливостей її інтеграції у виробничі цикли.

Методологія дослідження базувалася на використанні кількісного аналізу, порівняльного підходу та системного аналізу. Під час роботи було оцінено динаміку утворення відходів, ефективність їх утилізації, рентабельність використання вторинної сировини й економічну вигоду впровадження рішень. Репрезентативність використаних даних забезпечила надійність висновків і можливість адаптації результатів для інших підприємств галузі.

Результати дослідження продемонстрували, що впровадження інноваційних підходів до управління відходами дало змогу суттєво скоротити їх обсяги — на 20,23% порівняно з попередніми роками. Максимальні показники утилізації (коефіцієнт 5,80) засвідчили ефективність запропонованих технологій. Економічний аналіз показав значну вигоду від переробки полімерних матеріалів, що дає можливість знижувати витрати на первинну сировину. Зокрема, переробка поліпропілену та поліетилену забезпечила економію у 961 та 1025 євро за тону відповідно.

Рентабельність цих процесів перевищила в 4 рази, що підкреслює фінансову доцільність їх упровадження.

Наукова новизна дослідження полягає у встановленні взаємозв'язку між показниками економічної ефективності й обсягами утилізації відходів. Дослідження також визначило ключові фактори, які впливають на успішність упровадження технологій переробки.

Практична значущість отриманих результатів виявляється в можливості застосування розроблених рішень на підприємствах хімічної промисловості. Запропоновані підходи сприяють оптимізації ресурсів, скороченню обсягів утворення відходів і зниженню екологічного навантаження. Це дає змогу підприємствам одночасно підвищувати свою економічну ефективність та екологічну відповідальність, що є ключовими умовами сталого розвитку.

¹ кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри екології та географії
(Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир)
e-mail: Vasylenko-O@zu.edu.ua
ORCID: 0000-0003-3283-6980

Отримані результати демонструють, що впровадження інноваційних технологій у сфері переробки відходів є ефективним інструментом забезпечення економічної та екологічної сталості. Досвід і висновки дослідження можуть бути використані для розробки стратегій сталого розвитку в хімічній промисловості, сприяючи її адаптації до сучасних викликів і зміцненню конкурентних позицій на міжнародному ринку.

Ключові слова: управління відходами, економічна ефективність, хімічна промисловість, переробка полімерів, сталий розвиток, зниження екологічного навантаження.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE CHEMICAL INDUSTRY THROUGH INNOVATIVE APPROACHES TO WASTE PROCESSING

O. M. Vasylenko

The modern chemical industry faces a number of challenges, among which the key ones are increasing the efficiency of resource use, minimizing waste generation and implementing waste processing technologies. In the context of Ukraine's integration into the European economic space, the implementation of the principles of sustainable development and circular economy, which meets international standards and environmental requirements, is becoming relevant.

The purpose of this study was to determine the effectiveness of implementing waste processing technologies in the production processes of chemical industry enterprises. Particular attention was paid to the analysis of the economic and environmental benefits of using secondary raw materials, as well as assessing the possibilities of its integration into production cycles.

The research methodology was based on the use of quantitative analysis, a comparative approach and system analysis. During the work, the dynamics of waste generation, the efficiency of their utilization, the profitability of using secondary raw materials and the economic benefit of the implemented solutions were assessed. The representativeness of the data used ensured the reliability of the conclusions and the possibility of adapting the results for other enterprises in the industry.

The results of the study showed that the implementation of innovative approaches to waste management allowed to significantly reduce their volumes - by 20.23% compared to previous years. The maximum utilization rates (coefficient 5.80) confirmed the effectiveness of the proposed technologies. The economic analysis showed a significant benefit from the processing of polymer materials, which allows to reduce the costs of primary raw materials. In particular, the processing of polypropylene and polyethylene provided savings of 961 and 1025 euros per ton, respectively. The profitability of these processes exceeded 4 times, which emphasizes the financial feasibility of their implementation.

The scientific novelty of the study lies in establishing the relationship between economic efficiency indicators and the volumes of waste utilization. The study also identified key factors that affect the success of the implementation of processing technologies.

The practical significance of the results is manifested in the possibility of applying the developed solutions at chemical industry enterprises. The proposed approaches contribute to the optimization of resources, reduction of waste generation and reduction of environmental burden. This allows enterprises to simultaneously increase their economic efficiency and environmental responsibility, which are key conditions for sustainable development.

The results obtained demonstrate that the introduction of innovative technologies in the field of waste processing is an effective tool for ensuring economic and environmental sustainability. The experience and conclusions of the study can be used to develop sustainable development strategies in the chemical industry, contributing to its adaptation to modern challenges and strengthening competitive positions in the international market.

Key words: waste management, economic efficiency, chemical industry, polymer processing, sustainable development, reduction of environmental burden.

Вступ

Сталий розвиток є основною концепцією, яка визначає стратегію економічного зростання у світі, орієнтуючись на збереження природних ресурсів і зниження негативного впливу на довкілля. Особливого

значення ця концепція набуває у хімічній промисловості, яка є однією з найбільш ресурсоємних і екологічно впливових галузей. Інтеграція принципів сталого розвитку у діяльність підприємств хімічної промисловості сприяє одночасному досягненню

економічної ефективності й екологічної безпеки.

Одним із ключових елементів сталого розвитку є рециркулярна економіка, яка передбачає мінімізацію утворення відходів шляхом створення замкнених циклів використання ресурсів. Для підприємств хімічної промисловості це означає перехід від традиційної лінійної моделі виробництва до циркулярної, де відходи не утилізуються, а перетворюються на сировину для нових виробничих циклів. Такий підхід дає змогу знизити залежність від первинних ресурсів, скоротити витрати на їх закупівлю та мінімізувати негативний вплив на екосистеми.

Важливість переходу до сталого розвитку та рециркулярної економіки підкреслюється як європейським, так і вітчизняним законодавством. У Європейському Союзі реалізуються численні ініціативи, зокрема Європейська зелена угода (The European..., 2019) та Директива 2008/98/ЄС про відходи (Directive 2008/98/EC on waste), яка встановлює ієрархію управління відходами. Основними пріоритетами є запобігання утворенню відходів, їх переробка та повторне використання. Україна, інтегруючись у європейський простір, також імплементує ці принципи у своє національне законодавство. Закон України «Про управління відходами» (Закон..., 2022) визначає правові засади впровадження сучасних технологій переробки відходів і стимулювання екологічно відповідального бізнесу.

Незважаючи на прогресивні законодавчі ініціативи, впровадження сталих практик у хімічній промисловості залишається викликом. Основними проблемами є високі інвестиційні витрати на модернізацію виробництва, недостатня технічна база для переробки складних видів відходів і низька обізнаність підприємств щодо переваг циркулярної економіки. Водночас зростаючі вимоги до екологічної відповідальності та соціальний тиск створюють стимули для впровадження нових підходів до управління ресурсами.

Україна має значний потенціал у впровадженні принципів рециркулярної економіки. Наявність розвинутої хімічної промисловості створює основу для розробки та реалізації інноваційних технологій переробки полімерних відходів. Наприклад, перехід на хімічний рециклінг дає можливість переробляти змішані полімери, які раніше вважалися непридатними для повторного використання. Крім того, впрова-

дження міжнародних стандартів ISO 14000 (ISO 14000:2015 Environmental management systems) сприяє покращенню екологічної ефективності виробничих процесів.

Таким чином, актуальність дослідження зумовлена необхідністю інтеграції принципів сталого розвитку та рециркулярної економіки в діяльність підприємств хімічної промисловості. Використання прогресивних підходів до управління ресурсами дасть змогу не лише мінімізувати негативний вплив на довкілля, але й забезпечити конкурентоспроможність підприємств на глобальному ринку.

Сучасна хімічна промисловість привертає значну увагу дослідників через необхідність оптимізації використання ресурсів та мінімізації утворення відходів. Гейсдорфер та ін. (Geissdoerfer et al., 2017) у своїх дослідженнях визначають рециркулярну економіку як нову парадигму сталого розвитку, що спрямована на мінімізацію використання природних ресурсів і створення замкнених циклів виробництва. Кірхгерр та ін. (Kirchherr et al., 2017) додають, що циркулярна економіка передбачає інтеграцію екологічних, соціальних та економічних підходів, які є особливо важливими для галузей, що генерують великі обсяги відходів, як-от хімічна промисловість. Гізелліні та ін. (Ghisellini et al., 2016) підкреслюють, що інноваційні технології, а саме хімічний рециклінг, є ключем до зменшення негативного впливу на довкілля. Стаель (Stahel, 2016) наголошує, що застосування хімічного рециклінгу дає змогу перетворити складні відходи на вторинну сировину, зменшуючи залежність від первинних ресурсів. Водночас розвиток таких технологій у багатьох країнах, що розвиваються, зокрема в Україні, ускладнюється через відсутність сучасної інфраструктури та недостатній рівень державної підтримки.

Попри значний прогрес у розвитку циркулярної економіки, залишається низка невирішених питань, які стримують упровадження сталих практик у хімічній промисловості. Одним із головних викликів є високі витрати на впровадження інноваційних технологій. Гізелліні та ін. (Ghisellini et al., 2016) зазначають, що модернізація виробничих процесів, зокрема впровадження хімічного рециклінгу, потребує значних інвестицій, які не завжди доступні для підприємств, особливо в країнах, що розвиваються. Крім того, відсутність розвинутої інфраструктури для переробки склад-

них полімерних відходів створює додаткові труднощі для ефективного впровадження циркулярної економіки.

Корхонен та ін. (Korhonen et al., 2018) наголошують, що стандартизація методів переробки є критично важливою для досягнення глобальної координації в управлінні ресурсами. В Україні відсутність чітких стандартів для оцінки екологічної ефективності виробничих процесів ускладнює інтеграцію національних ініціатив із міжнародними. Зокрема, невідповідність між методологіями моніторингу та звітності ускладнює оцінку прогресу й порівняння результатів на міжнародному рівні.

Аналіз літератури та законодавства свідчить, що хімічна промисловість має великий потенціал для впровадження принципів сталого розвитку. Однак успішна реалізація цих принципів потребує комплексного підходу, який передбачає технічне переоснащення підприємств, стандартизацію методів переробки, стимулювання інновацій і вдосконалення законодавства.

Матеріал і методи

Матеріалом для проведення роботи стали виробничі дані компанії FPS Flexible Packaging Solutions (FPS), одного з провідних глобальних виробників гнучкої упаковки. Компанія спеціалізується на виробництві великогабаритних мішків (FIBC), контейнерних вкладишів та інших рішень для зберігання і транспортування продукції в різних галузях, включно із хімічною, харчовою, фармацевтичною, сільськогосподарською та будівельною (FPS..., 2025). Для дослідження було використано дані про обсяги утворення технологічних відходів у процесі виробництва за період 2018–2024 років, кількість використаної сировини для виготовлення продукції, обсяги перероблених матеріалів та їх повторного використання у виробничому циклі. Також було проаналізовано фінансові показники, як-от вартість утилізації відходів та економія від переробки матеріалів. Репрезентативність отриманої інформації дає змогу оцінювати ефективність управління відходами, визначати їх вплив на довкілля й розраховувати економічний ефект від впровадження інноваційних технологій переробки. Завдяки даним, отриманим під час аналізу, можна екстраполювати результати дослідження на інші підприємства компанії FPS та хімічну промисловість загалом, оскільки глобальна корпорація FPS застосовує єдині корпора-

тивні стратегії управління виробничими процесами, ресурсами та відходами.

У рамках дослідження було приділено увагу діяльності заводу FPS, розташованому в місті Житомирі, Україна. Це підприємство спеціалізується на виготовленні гнучкої упаковки для промислових і сільськогосподарських потреб. Виробничі процеси заводу орієнтовані на інтеграцію принципів циркулярної економіки, що забезпечує мінімізацію утворення відходів, повторне використання матеріалів та їх переробку.

Для оцінки ефективності управління відходами й економічної вигоди їх переробки використовувалися коефіцієнти ефективності управління відходами, які дають змогу комплексно оцінити стан і результати діяльності підприємства в цій сфері. Регулярний обчислення цих показників не лише допомагає контролювати ефективність управління відходами, але й забезпечує основи для прийняття рішень щодо вдосконалення технологічних процесів і зниження екологічного навантаження на навколишнє середовище.

Коефіцієнт утилізації відходів було застосовано для оцінки ефективності управління відходами підприємства. Він показав, яку частину утворених відходів було успішно перероблено, утилізовано або використано в повторних виробничих циклах. Для його обчислення визначали відсоткову частку кількості контрольованих відходів у загальному обсязі утворених відходів. Отримані результати дали змогу оцінити рівень ефективності управління відходами.

Інтенсивність утворення відходів було використано для визначення кількості відходів, які утворювались, на одиницю використаної сировини. Для цього знаходили частку (%) загальної кількості утворених відходів у кількості використаної сировини. Аналіз цього коефіцієнта показав, наскільки раціонально використовувалися ресурси та які були успіхи у зниженні обсягів утворених відходів.

Долю контрольованих відходів у загальній масі було застосовано для визначення частки відходів, які перебували під постійним контролем підприємства. Для цього розраховували відсоткову частку кількості контрольованих відходів у загальному обсязі утворених відходів. Цей коефіцієнт дав можливість проаналізувати, наскільки ефективно підприємство здійснювало моніторинг і контроль за відходами.

Коефіцієнт переробки сировини використовували для оцінки ефективності інте-

грації вторинних ресурсів у виробничі процеси. Для цього знаходили частку кількості перероблених відходів у загальному обсязі утворених відходів. Результати дали змогу визначити, яку частину відходів вдалося перетворити у вторинну сировину для повторного використання.

Коефіцієнт зниження відходів було застосовано для оцінки прогресу підприємства у скороченні обсягів утворених відходів порівняно з базовим (2018) роком. Для цього знаходили різницю між кількістю відходів у базовому році та кількістю відходів у звітному році (2024), визначали частку цієї різниці в кількості відходів базового року та переводили її у відсоткову частку. Результат показує ступінь зменшення обсягів відходів і дає змогу оцінити ефективність впроваджених заходів.

Економічну вигоду від утилізації було обчислено для аналізу фінансової доцільності процесів утилізації відходів. Для цього знаходили частку між заощадженими коштами від утилізації та витратами на її реалізацію. Економічна вигода від переробки була розрахована з урахуванням даних: собівартість переробки поліпропілену становила 282 євро за тонну, а поліетилену – 304 євро за тонну, ціна первинної сировини для поліпропілену досягала 1243 євро за тонну, а для поліетилену – 1329 євро за тонну (Овдіюк і Василенко, 2024). Ці показники дали можливість детально оцінити економічну вигоду від використання вторинної сировини порівняно з первинною.

Метою проведеного дослідження є аналіз наявних методів переробки полімерних

відходів на підприємствах хімічної промисловості й оцінка їхньої ефективності з позицій екологічних і економічних показників. Завдання полягають у визначенні доцільності й ефективності впровадження технологій переробки, спрямованих на зменшення негативного впливу на довкілля.

Результати

Дослідження динаміки загальної кількості відходів, утворених підприємством, свідчить про відносну стабільність протягом 2018–2022 років із незначними коливаннями в межах 396–442 тонн (рис. 1). У 2023 році спостерігається суттєве зростання обсягу відходів до 539,6 тонн, що було обумовлено збільшенням виробничих обсягів і впровадженням нових технологічних процесів. Проте у 2024 році кількість відходів знизилася до 516,1 тонн, що є наслідком впровадження більш ефективних практик управління відходами, орієнтованих на їх мінімізацію.

Аналіз контрольованих відходів показав сталість протягом 2018–2021 років із показниками 296–231 тонна, що вказує на сталість управління відходами у ці роки (рис. 2). У 2022–2024 роках обсяги контрольованих відходів зростають, досягнувши 288,9 тонн у 2024 році. Це свідчить про активізацію роботи підприємства щодо моніторингу й управління відходами, що позитивно впливає на екологічну ефективність виробничих процесів.

Коефіцієнт утилізації демонструє ефективність переробки відходів підприємством. У 2020 році було зафіксовано найнижчий показник (4,19), що пов'язано з тимчасо-

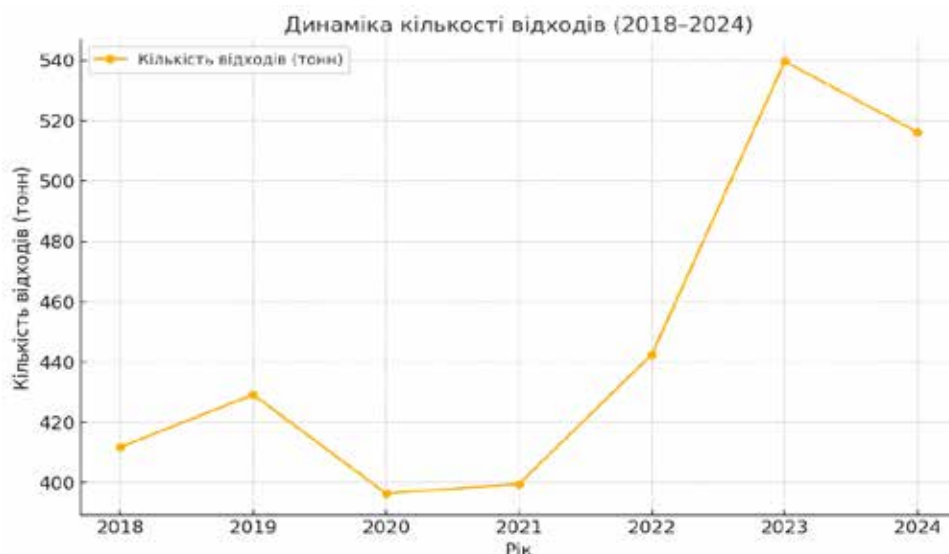


Рис. 1. Динаміка кількості відходів (2018–2024)

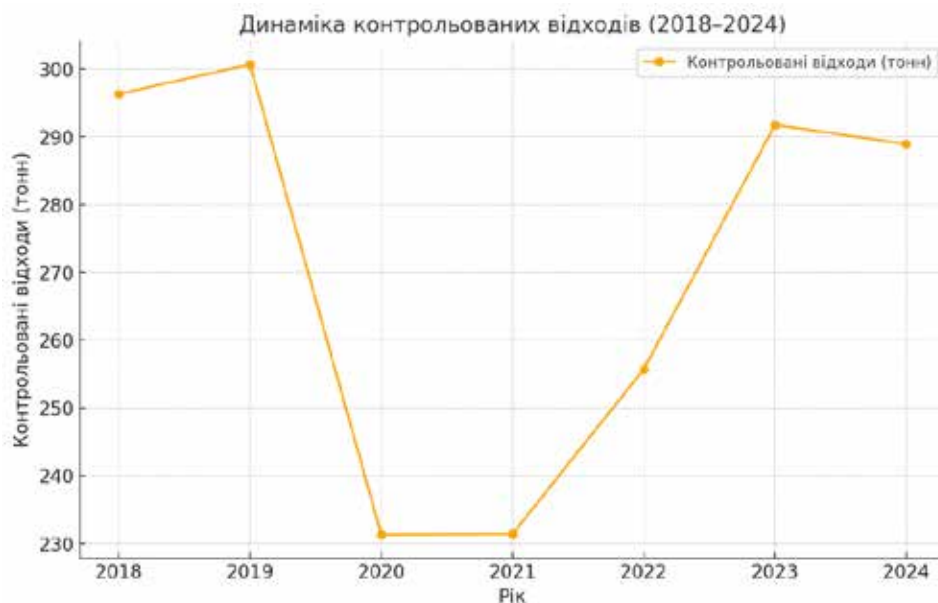


Рис. 2. Динаміка контрольованих відходів (2018–2024)

вими збоями у виробничих і переробних процесах (рис. 3). У 2024 році цей показник досягнув максимального значення (5,80), що вказує на впровадження інноваційних технологій і вдосконалення процесів переробки, які суттєво підвищили ефективність утилізації відходів.

Показник долі контрольованих відходів у загальній масі відходів є подібним до коефіцієнта утилізації, оскільки вони обидва відображають ефективність управління відходами. У період 2018–2022 років доля контрольованих відходів залишалася

відносно стабільною (4,13–5,50%) (рис. 4). У 2024 році частка контрольованих відходів зросла до 5,80%, що свідчить про посилення контролю за утилізацією та ефективне впровадження практик моніторингу.

Дослідження показало, що обсяг використаної сировини зростав до 2022 року, коли було досягнуто пікових показників (6161,7 тонни), що відображає максимальні обсяги виробництва (рис. 5). У 2024 році обсяг сировини зменшився до 4981,6 тонни, що пояснюється оптимізацією виробничих процесів, скороченням витрат на первинну

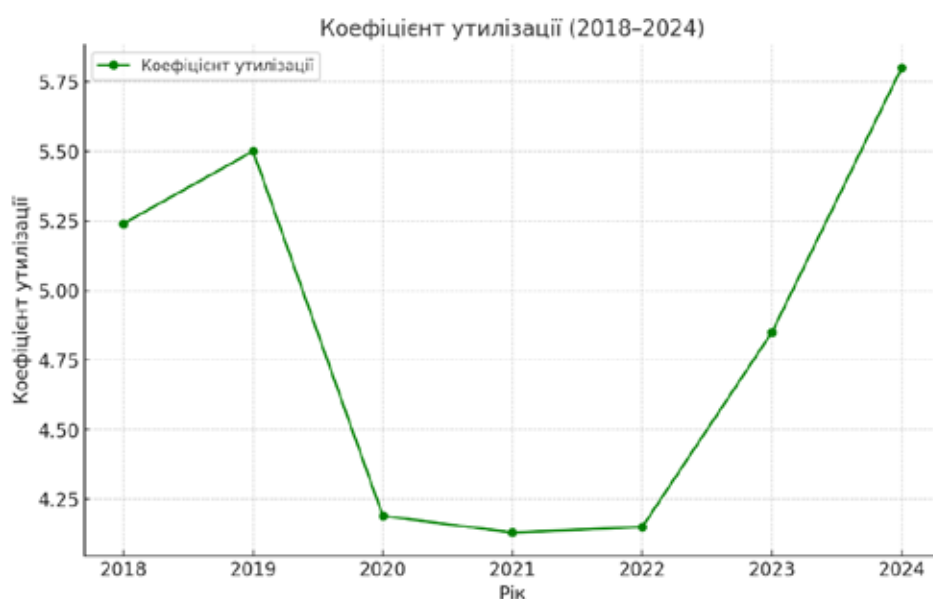


Рис. 3. Коефіцієнт утилізації (2018–2024)



Рис. 4. Доля контрольованих відходів у загальній масі (2018–2024)

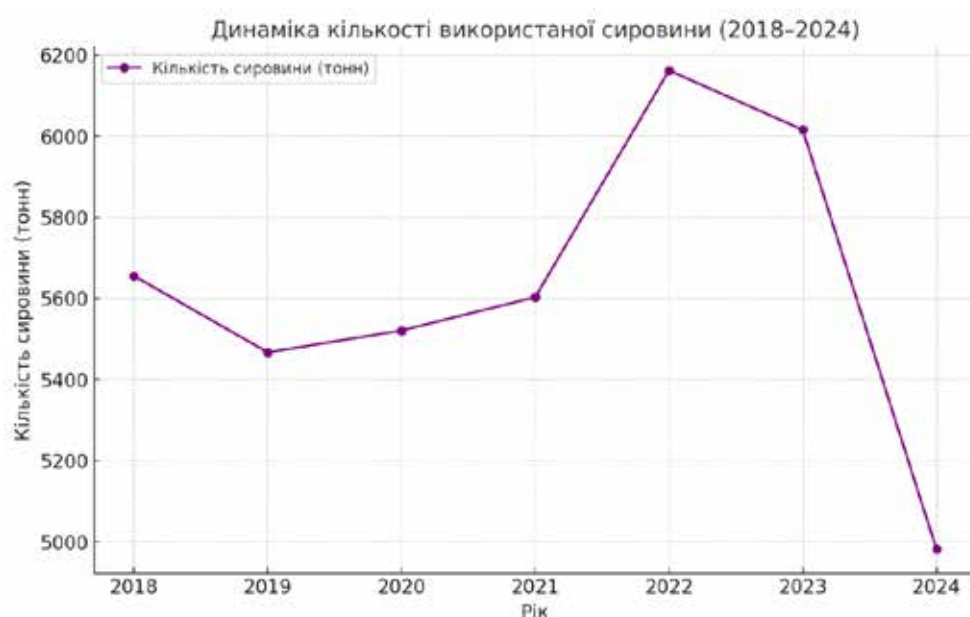


Рис. 5. Динаміка використання сировини (2018–2024)

сировину та впровадженням системи повторного використання ресурсів. Це вказує на успішну реалізацію принципів циркулярної економіки.

Коефіцієнт зниження відходів за період дослідження (2018–2024 рр.) становив 20,23%, що демонструє суттєвий прогрес у мінімізації обсягів відходів на підприємстві. Це досягнення є результатом впровадження інноваційних технологій, спрямованих на зменшення утворення відходів, підвищення ефективності їх утилізації та

активного контролю за всіма етапами поводження з відходами. Такий показник свідчить про послідовну роботу підприємства в напрямі сталого розвитку та зниження екологічного навантаження.

Результати обчислень демонструють, що економічна вигода від переробки поліпропілену досягла 961 євро за тону, а для поліетилену цей показник становив 1025 євро за тону. Це підкреслює фінансову ефективність використання вторинної сировини, що дає змогу значно зменшити витрати на

закупівлю первинних матеріалів. Висока економічна вигода також є індикатором конкурентних переваг підприємств, які впроваджують технології переробки.

Рентабельність переробки поліпропілену становила 4,41 раз, а поліетилену – 4,37 раз. Такий рівень свідчить про те, що собівартість переробки в кілька разів нижча за ціну первинної сировини, що підтверджує доцільність цих підходів. Підприємства, які інтегрують процеси переробки у свою діяльність, отримують значні фінансові вигоди та зменшують ризики, пов'язані зі змінами вартості первинних ресурсів.

Обговорення

Результати проведеного дослідження підтвердили високу ефективність інтеграції сучасних технологій переробки та повторного використання матеріалів у виробничі процеси. Представлені практики, реалізовані компанією, свідчать про можливість комплексного підходу до впровадження принципів циркулярної економіки на глобальному рівні.

Скорочення кількості відходів у 2024 році на 20,23% порівняно з попереднім періодом (2018 роком) є свідченням успішності заходів, спрямованих на мінімізацію утворення відходів. Цей показник демонструє ефективність реалізації екологічно відповідальних практик, що ґрунтуються на оптимізації виробничих процесів. Водночас успішна реалізація подібних заходів на інших підприємствах FPS підтверджує, що принципи сталого розвитку можуть бути адаптовані до різних виробничих умов.

Ще однією з ключових практик FPS є організація повернення використаних матеріалів постачальникам. Зокрема, повернення котушок для ниток, картонних коробок і палет забезпечує зменшення витрат на утилізацію і виготовлення нових матеріалів. Наприклад, завдяки компактному пакуванню 720 котушок на одному піддоні вдалося оптимізувати транспортування та зменшити логістичні витрати. Важливо зазначити, що подібні підходи впроваджуються на рівні всієї корпорації, сприяючи глобальному скороченню ресурсних витрат і зниженню вуглецевого сліду.

Системи переробки картону, пластику та розчинників, реалізовані FPS, забезпечують значну економічну й екологічну вигоду. Усі картонні коробки, що надходять з поставками, збираються, пресуються й передаються на переробку. Аналогічно залишки чорнил і розчинників рекультивуються та

використовуються повторно. Такий підхід дає змогу зменшити обсяги відходів, які підлягають утилізації, і мінімізувати витрати на придбання нових матеріалів. Застосування цих заходів на підприємствах корпорації підтверджує універсальність описаних рішень.

Економічна вигода від переробки полімерних матеріалів є важливим показником ефективності впроваджених екологічних практик. Аналіз фінансових результатів демонструє, що витрати на переробку значно нижчі порівняно з вартістю первинної сировини, що дає змогу досягти суттєвого економічного ефекту. Висока рентабельність цього процесу підтверджує доцільність використання вторинних ресурсів у виробничих циклах, забезпечуючи фінансову стійкість підприємства та зменшуючи залежність від ринкових коливань цін на первинну сировину. Це підкреслює важливість використання вторинної сировини для зниження витрат і підвищення фінансової стійкості. Водночас фізичні обмеження вторинних матеріалів унеможливають їх повне заміщення, проте навіть часткове впровадження забезпечує суттєві переваги.

Висновки

Сталий розвиток хімічної промисловості в сучасних умовах є критично важливим напрямом для забезпечення гармонійного поєднання економічного зростання та мінімізації негативного впливу на довкілля. Проведене дослідження, базоване на аналізі виробничих процесів компанії FPS Flexible Packaging Solutions, підкреслює значущість впровадження інноваційних підходів до управління ресурсами та відходами, що сприяє реалізації принципів циркулярної економіки.

Зменшення обсягів утворених відходів, оптимізація використання сировини та підвищення ефективності переробки є ключовими досягненнями, які демонструють високий рівень відповідальності компанії FPS у сфері екологічного управління. Зокрема, зниження кількості відходів у 2024 році на 20,23% підтверджує ефективність реалізованих технологій. Використання вторинної сировини, наприклад полімерних матеріалів, забезпечило значний економічний ефект завдяки суттєвій різниці між витратами на переробку та вартістю первинних ресурсів.

Важливим елементом успіху компанії є впровадження рішень, які можуть бути екстрапольовані на інші підприємства хіміч-

ної галузі. Системи повернення катушок, палет, картонної та пластикової упаковки постачальникам, а також рекультивація розчинників сприяють зниженню загальних витрат на утилізацію та зменшують навантаження на екосистеми. Такі заходи є яскравим прикладом інтеграції рециркулярної економіки в діяльність підприємств хімічної промисловості.

Таким чином, отримані результати підтверджують, що сталий розвиток хімічної промисловості через упровадження інноваційних підходів до переробки відходів є економічно доцільним і екологічно необхідним кроком. Досвід FPS Flexible Packaging Solutions демонструє, що інтеграція принципів циркулярної економіки в бізнес-практики не лише підвищує ефективність виробничих процесів, але й сприяє формуванню сталого майбутнього для галузі та суспільства загалом.

Усі зазначені напрями досліджень орієнтовані на вдосконалення методів еко-

логічного моніторингу, зокрема, шляхом підвищення його точності та інтеграції інноваційних екологічних показників у процедури післяпроектної оцінки. Це створює підґрунтя для формування науково обґрунтованих і практично орієнтованих рішень, спрямованих на ефективне та стає управління відходами, мінімізацію їх негативного впливу на довкілля й забезпечення екологічної рівноваги в умовах сучасних викликів.

Подяка

Автор висловлює подяку колективу підприємства «FPS Flexibles Україна» за надану підтримку в процесі збору даних, консультації та співпрацю під час написання статті. Особлива вдячність висловлюється за доступ до актуальної інформації щодо виробничих процесів і впроваджених технологій переробки відходів, що суттєво сприяло проведенню ґрунтового аналізу й отриманню достовірних результатів дослідження.

Список використаної літератури

Про управління відходами : Закон України від 20.06.2022 [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2320-20> (дата звернення 24.01.2025).

Овдіюк О.М., Василенко О.М. Еколого-економічний аспект ефективності управління утилізації твердих полімерних відходів. *Економіка та суспільство*. 2024. № 69 [Електронний ресурс]. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/5119> (дата звернення 08.01.2025).

Directive 2008/98/EC on waste (EU, 2008) [Electronic resource]. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0098> (access date 25.01.2025).

FPS. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. URL: <http://www.fps.com> (дата звернення 25.01.2025).

Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N.M.P., Hultink E.J. The Circular Economy – A New Sustainability Paradigm? *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 143. P. 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.

Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*. 2016. Vol. 114. P. 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.

Kirchherr J., Reike D., Hekkert M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*. 2017. Vol. 127. P. 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.

Korhonen J., Honkasalo A., Seppälä J. Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*. 2018. Vol. 143. P. 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>.

Stahel W.R. The circular economy. *Nature*. 2016. Vol. 531. № 7595. P. 435–438. <https://doi.org/10.1038/531435a>.

The European Green Deal. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels, 11.12.2019, COM (2019) 640 final [Electronic resource]. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019D C0640> (access date 25.01.2025).

References

Pro upravlinnia vidkhodamy: Zakon Ukrainy [Law of Ukraine “On Waste Management”] (2022). [Electronic resource] URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2320-20> (access date 24.01.2025) [in Ukrainian].

Ovdiuk, O.M., & Vasylenko, O.M. (2024). Ekoloho-ekonomichnyi aspekt efektyvnosti upravlinnia utylizatsiiu tverdykh polimernykh vidkhodiv [Ecological and economic aspect of efficiency in solid polymer waste recycling management]. *Ekonomika ta suspilstvo* [Economy and Society], 69. [Electronic resource] URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/5119> (access date 08.01.2025) [in Ukrainian].

Directive 2008/98/EC on waste (EU, 2008). [Electronic resource] URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0098> (access date 25.01.2025) [in English].

FPS. Official website. [Electronic resource] URL: <http://www.fps.com> (access date 25.01.2025) [in English].

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M.P., & Hultink, E.J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048> [in English].

Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007> [in English].

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005> [in English].

Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The concept and its limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041> [in English].

Stahel, W.R. (2016). The circular economy. *Nature*, 531 (7595), 435–438. <https://doi.org/10.1038/531435a> [in English].

The European Green Deal (2019). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee, and the Committee of the Regions. Brussels, 11.12.2019, COM (2019) 640 final. [Electronic resource] URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019 DC0640> (access date 25.01.2025) [in English].

Отримано: 31.01.2025

Прийнято: 14.02.2025