

УПРАВЛІННЯ УТИЛІЗАЦІЄЮ ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ НА ПІДПРИЄМСТВІ ВИГОТОВЛЕННЯ ХІМІЧНИХ ВОЛОКОН

Василенко О.М., Овдіюк О.М., Сапронов Р.С.

Житомирський державний університет імені Івана Франка

вул. Велика Бердичівська, 40, 10008, м. Житомир

o.vasyliisa@gmail.com, 7992750@gmail.com, roman.sapronov@fps.com

У статті досліджено сучасні підходи до управління утилізацією промислових відходів на підприємствах з виробництва хімічних волокон. Розглянуто основні проблеми, що забезпечують у процесі утилізації відходів, зокрема, зберігання небезпечних хімічних сполук та їх вплив на навколишнє середовище. Проаналізовано існуючі методи переробки відходів та запропоновано інноваційні технологічні рішення для зменшення негативного екологічного впливу виробничих процесів. У статті акцентується увага на необхідності впровадження ефективних екологічних стратегій для забезпечення сталого розвитку підприємства.

У роботі приділено увагу сучасним підходам до управління утилізацією промислових відходів на підприємствах, що спеціалізуються на виробництві хімічних волокон. Проаналізовано проблеми зберігання небезпечних хімічних сполук, їх впливу на навколишнє середовище, а також аналізу існуючих методів переробки відходів.

Значну увагу присвячено ролі полімерних відходів, які складають значну частину промислового сміття, та можливостям їх вторинної переробки як перспективного джерела сировини. Підкреслюється необхідність впровадження ефективних екологічних стратегій для досягнення сталого розвитку підприємств. Також у статті підкреслено важливість розвитку інфраструктури для збору та переробки полімерних відходів.

Запропоновані підходи, засновані на принципах циркулярної економіки, можуть бути інтегровані в різні галузі промисловості для зменшення споживання первинних ресурсів та підвищення екологічної ефективності. Дослідження дає практичні рекомендації щодо впровадження безвідходних технологій та інноваційних методів рециклінгу відходів, які сприяють оптимізації виробничих процесів та підвищенню конкурентоспроможності. *Ключові слова:* утилізація відходів, хімічні волокна, промислові відходи, екологічна безпека, сталий розвиток, технології переробки, управління відходами.

Management of industrial waste disposal at the chemical fiber manufacturing enterprise. Vasylenko O., Ovdiuk O., Sapronov R.

The article examines modern approaches to the management of industrial waste disposal at enterprises producing chemical fibers. The main problems that ensure the process of waste disposal, in particular, the storage of dangerous chemical compounds and their impact on the environment, are considered. The existing methods of waste processing were analyzed and innovative technological solutions were proposed to reduce the negative environmental impact of production processes. The article emphasizes the need to implement effective environmental strategies to ensure the sustainable development of the enterprise.

The work pays attention to modern approaches to the management of industrial waste disposal at enterprises specializing in the production of chemical fibers. The problems of storing dangerous chemical compounds, their impact on the environment, as well as the analysis of existing methods of waste processing are analyzed.

Considerable attention is devoted to the role of polymer waste, which makes up a significant part of industrial waste, and the possibilities of their secondary processing as a promising source of raw materials. The need to implement effective environmental strategies to achieve sustainable development of enterprises is emphasized. The article also emphasizes the importance of infrastructure development for the collection and processing of polymer waste.

The proposed approaches based on the principles of the circular economy can be integrated into various industries to reduce the consumption of primary resources and increase environmental efficiency. The study provides practical recommendations for the implementation of zero-waste technologies and innovative methods of waste recycling, which contribute to the optimization of production processes and increased competitiveness. *Key words:* waste disposal, chemical fibers, industrial waste, environmental safety, sustainable development, processing technologies, waste management.

В сучасних умовах індустріалізації та глобалізації питання утилізації промислових відходів набуває все більшої актуальності. Особливо це стосується підприємств хімічної промисловості, зокрема виробництва хімічних волокон, які виробляють значну кількість відходів, що можуть мати шкідливий вплив на довкілля та здоров'я населення. Відходи, що залишаються в процесі виробництва хімічних волокон, створюють небезпечні хімічні сполуки, які вимагають особливу увагу під час їх утилізації та переробки [1].

На сьогоднішній день управління утилізацією промислових відходів на підприємствах хімічної про-

мисловості залишається недостатньо ефективним, що призводить до забруднення довкілля, підвищення ризиків для здоров'я людей та зниження екологічного стану регіонів. Також існують проблеми зі зберіганням і транспортуванням відходів, що може спричинити додаткові екологічні катастрофи. Водночас, питання управління утилізацією промислових відходів напряму пов'язане із стратегією сталого розвитку підприємства, оптимізацією виробничих процесів і зниженням витрат на екологічні заходи.

Сучасні тенденції до сталого розвитку та впровадження принципів циркулярної економіки роблять

питання ефективного управління відходами актуальними як для екології, так і для економічної стабільності підприємств. Розробка нових підходів до утилізації та переробки промислових відходів дозволяє не тільки мінімізувати їх вплив на навколишнє середовище, а й знизити витрати на екологічні заходи, оптимізувати виробничі процеси та підвищити конкурентоспроможність підприємства [2].

Полімерні відходи на сьогодні становлять приблизно 15% від загального обсягу побутового сміття, що еквівалентно близько 20 кг на рік на одну людину. За останнє десятиліття щорічне зростання обсягів виробництва та споживання пластиків становить 10–15%, і, за прогнозами, ця тенденція продовжуватиметься [3].

Однак полімерні відходи слід розглядати не тільки як джерело забруднення, а й як перспективне джерело вторинної сировини. В цьому контексті списку наукових завдань є розробка безвідхідних технологій, створення біологічно розкладних полімерів, а також удосконалення методів рециклінгу полімерних матеріалів та виготовлення композиційних полімерів на основі вторинної сировини.

Враховуючи збільшення обсягів виробництва хімічних волокон і посилення екологічних вимог на державному та міжнародному рівнях, актуальність дослідження, спрямованого на розробку ефективних методів управління утилізацією промислових вихідних речовин, є надзвичайно високою.

Таким чином, надзвичайно необхідним є комплексний підхід до вирішення проблеми управління утилізацією промислових відходів на підприємствах з виробництва хімічних волокон. Вперше в цій галузі розроблено інноваційні методи оптимізації процесів утилізації з урахуванням специфіки відходів, які утворюють небезпечні хімічні сполуки, що включають впровадження ефективних методів рециклінгу та повторного використання відходів у виробничих процесах для зниження собівартості виробництва та зменшення обсягу відходів.

Розробка рекомендацій щодо впровадження безвідхідних технологій та використання полімерних матеріалів вторинної сировини у виробництві хімічних волокон, що дозволяють забезпечити перехід до стратегії сталого розвитку підприємств.

Таким чином, дослідження розробки нових технологій управління відходами на підприємствах хімічної промисловості, що мають на меті як економічну ефективність, так і екологічну безпеку [4].

Дослідження проблеми управління утилізацією промислових відходів на підприємствах виробництва хімічних волокон має важливе методологічне та загальнонаукове значення, адже запропоновані підходи до управління відходами можуть бути застосовані для розробки універсальних екологічно стійких рішень у хімічній промисловості, які сприяють ідеальному розвитку наявних виробничих процесів і зменшують негативний вплив на них [5].

По-друге, дослідження формує основу для міждисциплінарного підходу, що об'єднує екологічну інженерію, технології переробки відходів, хімічну технологію та економіку. Це дозволяє отримати результати не тільки в хімічній промисловості, але й на інших підприємствах, які мають такі ж проблеми з управлінням відходами.

Крім того, розроблені методи та технології можуть бути інтегровані в концепцію циркулярної економіки, що дає можливість використовувати відходи як ресурс і зменшувати споживання у первинних ресурсах. Це робить дослідження релевантним не тільки з точки зору виробничої ефективності, але й з точки зору.

Загальнонаукове значення має значення у формуванні нових підходів до проблем зумовлення відходами через використання сучасних технологій переробки, зниження екологічних ризиків та підвищення ефективності виробничих процесів на основі сталого розвитку.

Розрізняють три основні джерела утворення полімерних відходів [6]:

Відходи синтезу: Це виробничі відходи, які утворюються під час технологічного процесу отримання полімерів. До них відносяться відходи чищення реакторів, розсипу, а також партії матеріалів з нестандартними параметрами тощо. Умови утворення таких відходів та їх склад відомі, тому вони зазвичай можуть бути легко перероблені для виробництва корисних продуктів.

Відходи переробки: Це технологічні відходи, які утворюються під час переробки полімерних матеріалів в виробі. Це можуть бути браковані вироби, злитки з сумішей полімерів, які утворюються при чищенні переробних машин і агрегатів. Такі відходи зазвичай однорідні за складом, і для них існують технології виробництва виробів.

Відходи споживання: Це різноманітні полімерні вироби, які були в експлуатації. Такі відходи можуть бути однорідні за складом або комбінованими (комбінація декількох полімерів або полімерів з іншими матеріалами). Залежно від умов експлуатації може відбуватися зміна властивостей полімерних матеріалів (деструкція, старіння) та їх забруднення.

Особливістю відходів полімерних матеріалів є їхнє надзвичайне витривале ставлення до агресивних середовищ, а процеси їх природного розкладу протікають дуже повільно. Темп та спосіб деградації полімерів у природних умовах залежать від ряду факторів, включаючи наявність світла, доступ кисню, рівень вологості, температуру, кислотність тощо.

Виготовлення пакувальних матеріалів породжує велику кількість відходів, яка змінюється залежно від рівня життя населення та сезонних коливань. На полігонах, де захоронення відбулось недавно, під впливом дощу полімерні відходи можуть виходити на поверхню. Це стає можливим через те, що полімери не поглинають вологу так, як побутові або

харчові відходи, і тому не забезпечують достатньої щільності. У результаті полімерні відходи виходять на поверхню полігону й під дією сонячних променів лишаються там, поки не утвориться новий шар відходів або не буде відбито новий шар ґрунту.

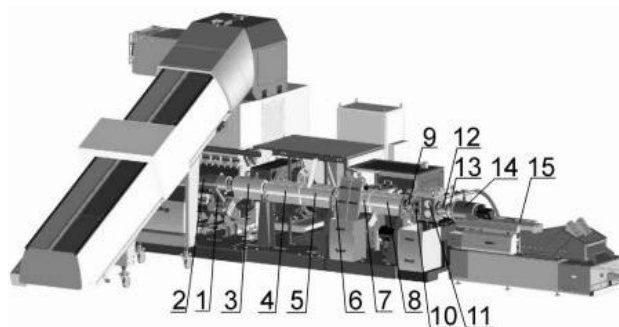
Одним із серйозних недоліків полімерних матеріалів є те, що, на відміну від природних матеріалів, вони не розкладаються досить швидко під впливом чинників довкілля, таких як світло, тепло, атмосферні гази та мікроорганізми, і продовжують існувати у вигляді полімерних відходів протягом багатьох років, завдаючи шкоду навколишньому середовищу.

Швидке збільшення обсягів виробництва полімерних матеріалів призводить до зростання їхньої частки у відходах. Полімерні відходи в основному відкладаються на сміттєзвалищах, часто непланових, в лісових зонах, недалеко від населених пунктів, на полях. Частина цих відходів спалюють на сміттєзвалищах, у дворах та на сміттєспалювальних заводах, що призводить до викиду в атмосферу токсичних речовин (фтористий і хлористий водень, фосген, ціаніди, а також діоксини, які мають канцерогенний вплив).

Основним методом використання відходів пластмас є їх утилізація, що передбачає повторне використання матеріалів. Відмінністю утилізації є те, що вона дозволяє отримати додатковий обсяг корисних продуктів для різних галузей економіки та уникає повторного забруднення довкілля. Однак лише невелика частина всіх полімерних відходів фактично піддається переробці. Це пов'язано з труднощами підготовки сировини, такими як збір, сортування, поділ та очищення, а також з відсутністю спеціалізованого обладнання для переробки.

Вторинна переробка полімерних матеріалів представляє собою раціональний метод утилізації полімерних відходів, оскільки переробка використаної сировини дозволяє зменшити потребу в новому виробництві полімерів. Цей підхід допомагає уникнути викиду шкідливих речовин в навколишнє середовище і зменшити енерговитрати, необхідні для виготовлення нових полімерів. Сам процес переробки відбувається наступним чином.

Полімерні відходи завантажуються вручну на конвеєр і переміщуються для подальшого подрібнення (рис. 1). На конвеєрі встановлено металодетектор для запобігання потрапляння металу в дробарку. У разі виявлення металу металодетектор подає сигнал, і конвеєр зупиняється.



1	Дозатор шнековий регульований	9	Перехідник без фільтру
2	Екструдер, втягування.	10	Блок зворотної промивки (опція)
3	Зона 1 екструдера	11	Блок фільтру
4	Зона 2 екструдера	12	Перехідник, гануляція
5	Зона 3 екструдера	13	Гранулююча головка
6	Перехідник, екструдер з системою дегазації (опція)	14	Ділянка охолодження
7	Екструдер з системою дегазації, зона 1 (опція)	15	Водяна ванна
8	Екструдер з системою дегазації, зона 2 (опція)		

Рис. 1. Будова технологічного обладнання для переробки полімерів

Полімерні відходи спочатку потрапляють у завантажувальну шахту, де проходять процес подрібнення. Система подрібнення включає вал з встановленими на ньому ножами для подрібнення. Подрібнений матеріал надходить у дозуючий шнек з екструдером, який проходить через три зони екструдера.

Далі розплав переміщується в зони екструдера з системою дегазації, де відбувається видалення газів з розплаву, і потрапляє до блоку фільтрів, який з'єднаний з гранулятором. У камері гранулятора відбувається процес формування полімерних гранул, які потім охолоджуються водою та висушуються повітрям на віброситі. Готові гранули переміщуються до бункера для подальшого фасування в поліпропіленові мішки по 25 кг або в м'які контейнери.

При прийнятті рішення щодо створення об'єктів утилізації полімерних відходів важливо враховувати ієрархію методів поводження з відходами, визначену Рамковою Директивою ЄС «Про відходи» [7].

Пріоритет 1: Найперше необхідно впроваджувати управлінські рішення, спрямовані на попередження

та/або мінімізацію утворення відходів. Реалізація таких заходів сприятиме зменшенню обсягу відходів, які потрібно буде утилізувати.

Пріоритет 2: Другим пріоритетом є підготовка відходів до повторного використання. Для полімерних відходів це означає можливість повторного використання виробів, які більше не виконують свою первісну функцію.

Пріоритет 3: Третій пріоритет полягає у переробці відходів без використання їх енергетичного потенціалу. Для полімерних відходів це означає виготовлення з них вторинної сировини для повторного використання. Формально це відноситься до пріоритету № 3, але з точки зору ієрархії методів поводження з відходами такі рішення близькі до пріоритету № 2 і повинні мати найвищий пріоритет серед методів утилізації.

Пріоритет 4: Четвертим пріоритетом є утилізація відходів з орієнтацією на використання їх енергетичного потенціалу, що включає спалювання, хоча цим цей пріоритет не обмежується.

Пріоритет 5: Останній пріоритет в ієрархії методів поводження з відходами – це їх захоронення. Оскільки захоронення не є методом утилізації, в даній роботі цей метод не розглядається.

Різні технології утилізації відходів мають різні вимоги до якості сировини (відходів). При оцінці якості слід враховувати:

– Однорідність відходів за складом: Відсутність домішок інших полімерів або мінімальна їх частка.

– Чистота відходів: Відсутність забруднень або низький ступінь забрудненості.

– Фізико-хімічні властивості: Відходи повинні мати характеристики, близькі до первинного матеріалу.

– Чим вищу якість мають відходи, тим більше можливостей для їх утилізації та менші витрати на підготовку відходів до перероблення.

Для вторинного використання полімерних відходів необхідно забезпечувати високу якість вихідної сировини або застосовувати технологічні методи для їх підготовки, орієнтовані на підвищення якості (вилучення домішок, забруднень тощо).

Методи, такі як спалювання, можуть бути застосовані для полімерних відходів найнижчої якості.

Запровадження будь-яких технологічних рішень з утилізації полімерних відходів повинне ґрунтуватися на відповідному техніко-економічному обґрунтуванні.

На сьогоднішній день в Україні сфера утилізації полімерних відходів мало розвинена. Незважаючи на велику кількість полімерних відходів, перетворення їх на сировину для подальшої переробки здійснюється обмеженою кількістю підприємств.

Головною метою є розробка продукції, яка в майбутньому буде легше перероблятися або повторно використовуватися. Це також сприятиме роздільному збиранню відходів, що дозволить класифікувати

сировину за якістю. Завдяки екологічному податку будуть створюватися нові інфраструктури для збору та переробки упаковки. Якщо ситуація з надходженням сировини стабілізується, стануть доступними для впровадження інші методи утилізації полімерів, такі як хімічна, термічна та вторинна переробка, які мають більш широкий і ефективний спектр застосування.

На основі проведеного аналізу, можна зробити кілька важливих висновків щодо утилізації полімерних відходів:

1. Необхідність якісної сировини: Для ефективної утилізації полімерних відходів потрібна сировина високої якості. Це означає, що відходи повинні бути однорідними за складом, чистими та мати фізико-хімічні властивості, близькі до первинного матеріалу. Висока якість відходів збільшує можливості для їх утилізації та знижує витрати на підготовку до перероблення.

2. Важливість техніко-економічного обґрунтування: Запровадження будь-яких технологічних рішень з утилізації полімерних відходів повинне базуватися на детальному техніко-економічному обґрунтуванні, що враховує всі аспекти, включаючи витрати, можливості ринку та екологічні переваги.

3. Розвиток інфраструктури: В Україні сфера утилізації полімерних відходів ще мало розвинена. Необхідно створювати нові інфраструктури для збору та переробки полімерних відходів. Це можна досягти за рахунок екологічного податку та стимулювання роздільного збирання відходів.

4. Підтримка інноваційних підходів: Важливо розробляти продукцію, яка в майбутньому буде легше перероблятися або повторно використовуватися. Це сприятиме зниженню обсягів відходів і підвищенню ефективності їх утилізації.

5. Різноманітність методів утилізації: Якщо стабілізується надходження сировини, можна буде застосовувати різні методи утилізації полімерів, такі як хімічна, термічна та вторинна переробка, що забезпечить більш широкий та ефективний спектр застосування.

Отже, враховуючи вищеперераховані особливості утилізації відходів в галузі виготовлення хімічних волокон, побудуємо модель ефективного управління утилізацією відходів (рис. 2). Основними ключовими елементами даної моделі є визначення типів відходів, застосування методів утилізації промислових відходів і відповідно кореляції їх щодо конкретного визначеного виду відходів. Наступним кроком є дотримання основних принципів управління відходами на підприємстві, з дотриманням законодавчого поля в частині регулювання утилізації відходів [8]. Варто зазначити, що застосування сучасних технологій та дотримання екологічних стандартів дозволить досягнути ефекту мінімального негативного впливу виробництва на довкілля та забезпечить безпеку для здоров'я людей.

Отже, для покращення ситуації з утилізацією полімерних відходів в Україні необхідні комплексні заходи, які включають як розвиток інфраструктури, так і впровадження передових технологічних рішень.

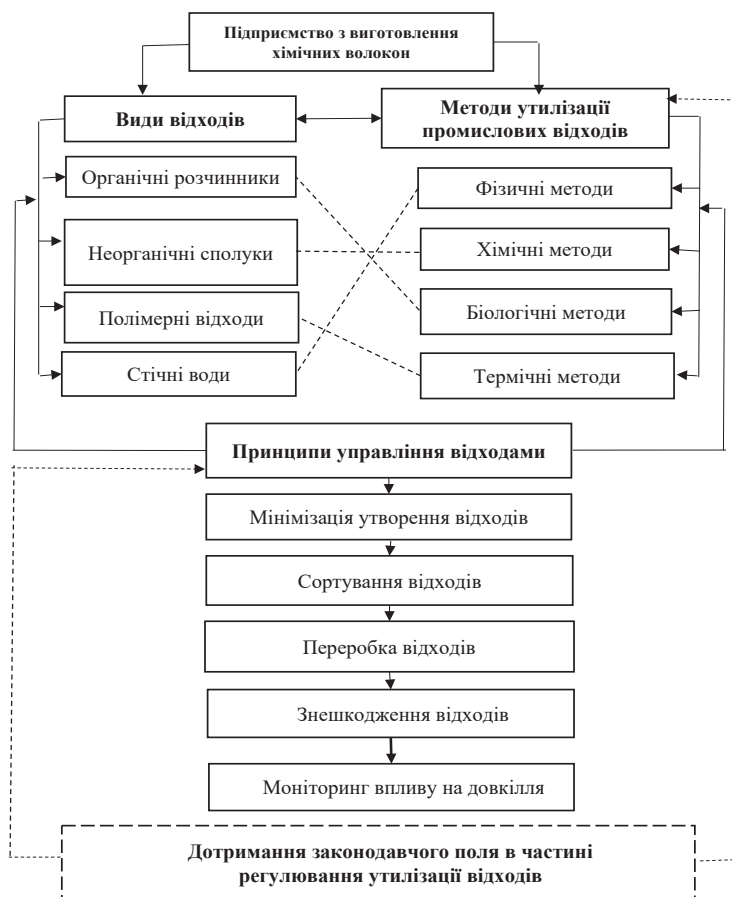


Рис. 2. Модель ефективного управління утилізацією відходів на промислових підприємствах з виготовлення хімічних волокон
Джерело: власні дослідження.

Література

1. Войціховська А., Кравченко О., Мелень-Забрамна О., Панькевич М. Крайні європейські практики управління відходами: посібник / за заг. ред. О. Кравченко. Львів: Видавництво «Компанія «Манускрипт»», 2019. 64 с.
2. Довбня О. В. Циркулярна економіка та управління відходами в промисловості. Харків: Видавництво ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2020. 312 с.
3. Харченко, А. В., Сагайдак, І. В. Удосконалення системи переробки твердих побутових відходів в Україні. *Науковий журнал*. 2020. № 4. С. 123-130.
4. Ляшенко І. П. Екологічна безпека хімічної промисловості: проблеми та рішення. *Екологічні науки*. 2019. № 5. С. 45.
5. Касимов А. М., Удалов І. В., Сталінська І. В. Розробка ефективних технологій утилізації відходів підприємств енергетики та хімічної промисловості. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія "Геологія. Географія. Екологія"*. 2014. Вип. 41. С. 133-139.
6. Гутиря М. В., Романчук В. О. Утилізація промислових відходів: сучасні підходи та методи. Київ: Екологічна академія, 2020. 256 с.
7. DIRECTIVE 2008/98/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. URL: <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0098> (дата звернення: 20.09.2024).
8. Закон України «Про управління відходами». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20>. (дата звернення: 20.09.2024).