

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-64>

УДК 331.107

ЗАСАДИ СИСТЕМОГО ПОВОДЖЕННЯ З ПЕРЕРОБКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

PRINCIPLES OF SYSTEMATIC MANAGEMENT OF SOLID WASTE RECYCLING

Жовтяк Ганна Анатоліївнакандидат економічних наук, доцент,
Харківській національній університет міського господарства
імені О.М. БекетоваORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4657-1015>**Славуца Олена Іванівна**кандидат економічних наук, доцент,
Харківській національній університет міського господарства
імені О.М. БекетоваORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3597-9816>**Zhovtiak Hanna, Slavuta Olena**

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

Стаття присвячена системному підходу до управління твердими побутовими відходами, що виступають актуальною проблемою в контексті зростання їх кількості та негативного впливу на природне середовище. В роботі аналізуються ключові засади системного підходу до управління відходами, враховуючи весь життєвий цикл від їхнього утворення до їхнього повторного використання або вторинної переробки. Проаналізовано принципи організації систем поводження з відходами, важливість міжгалузевої співпраці, а також роль інноваційних технологій у вдосконаленні процесів переробки. У дослідженні акцентується увага на потребі комплексного підходу та впровадженні ефективних стратегій управління твердими побутовими відходами з метою сприяння стратегічному розвитку підприємства та збереження природного середовища. Кількість твердих побутових відходів (ТПВ) в Україні стабільно зростає, що негативно впливає на екологічну ситуацію та здоров'я громадян. В даний час ТПВ переважно депонуються на спеціалізованих полігонах або незаконно збираються на стихійних звалищах. Невелику частину ТПВ обробляють на сміттєспалювальних заводах. Однак у розвинених країнах використовуються різноманітні методи використання ТПВ, серед яких основними є вторинна переробка, компостування, анаеробне бродіння та термічна обробка.

Ключові слова: тверді побутові відходи, підприємства, утилізація, розвиток, управління, забруднення довкілля, європейський досвід управління відходами.

The article is devoted to a systematic approach to solid waste management, which is an urgent problem in the context of growing waste and negative environmental impact. The paper discusses the main aspects of a systematic approach to waste management, in particular, taking into account the entire life cycle of waste, from its generation to reuse or recycling. The principles of organising waste management systems, the importance of cooperation between different industries and stakeholders, and the role of innovative technologies in improving recycling processes are highlighted. The study emphasises the need for an integrated approach and the implementation of effective solid waste management strategies to ensure sustainable development of the enterprise and preservation of the environment. The amount of municipal solid waste (MSW) in Ukraine is steadily increasing, which has a very negative impact on the environment and human health. Currently, solid household waste is mostly disposed of at specially equipped landfills and natural dumps. A small part of solid waste is disposed of at incinerators. However, in developed countries, many methods of solid waste disposal are used, among which the main ones are recycling, composting, anaerobic fermentation and thermal treatment. The article considers the implementation of the European experience of waste management in Poltava through the creation of a closed cycle system of solid waste management. The basis of a modern solid waste management system is waste minimisation, separate collection, recycling and safe disposal of non-recyclable waste. It is also recommended to pay attention to the following promising areas. Promising areas of systematic solid waste management include the development of new technologies, improvement of existing processes and development of new approaches to waste management. Here

are some of them. Development of biodegradable materials: The production and use of biodegradable materials that can decompose in natural conditions can help reduce the amount of municipal solid waste and limit the negative impact on the environment. Developing new recycling methods. Promote reuse and recycling: It is important to develop programmes and initiatives to support the reuse of materials and recycling. This may include promoting the use of recycled materials in industry and developing efficient waste collection and recycling systems. Use of smart waste management technologies: The development and implementation of smart technologies to monitor, manage and optimise the solid waste management system can significantly improve the efficiency of the process and reduce its environmental impact.

Keywords: solid household waste, enterprises, recycling, development, management, environmental pollution, European experience in waste management.

Постановка проблеми. Розвиток територій в Україні де на обмежених площах утворюється значний обсяг твердих побутових відходів (ТПВ) та близьких до них відходів торгівельних, промислових та інших підприємств, перетворили поводження з ними в одну з найбільш гострих господарських і природоохоронних проблем. Діюча нормативно-правова база і економічний механізм поводження з ТПВ не задовольняє сучасним вимогам, а методи поводження з ТПВ і технології, які використовуються в Україні, не відповідають світовим стандартам.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, на які спирається автор в яких розглядають цю проблему і підходи її розв'язання. Так Дехтяр А. [1] приділяє увагу аналізу та розкриває питання впровадження оновлених методів поводження з відходами. Нею сформовано основні прогресивні типи сортування, переробки та утилізації відходів. Ми поділяємо його підходи до вивчення зарубіжного досвіду та правового регулювання організації системи безвідходного виробництва. Поділяємо також висвітлену автором економічну складову щодо утилізації відходів. Інший науковець (Самойлов О. О.) в одній зі своїх праць досліджує світовий досвід управління твердими побутовими відходами таких країн, як Німеччина, Швейцарія, Швеція та Фінляндія, саме з точки зору можливості його подальшої імплементації до умов України [2]. Заслужують на увагу сформовані ним напрями щодо побудови ефективної системи управління твердими побутовими відходами в Україні.

В основу написання даної статті покладено наукові ідеї таких відомих вчених щодо поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ): Білявський О. О. [3], Сталінська І. В. [4], У той же час має місце ряд проблем з позицій впровадження найбільш ефективних систем та стратегій щодо досягнення сукупного результату щодо утилізації ТПВ.

Постановка завдання. є формування пропозицій щодо удосконалення діяльності підприємства в умовах кризи, а саме утилізації ТПВ.

Виклад основного матеріалу дослідження. Щорічні загальні обсяги побутових відходів зростають на 50 мільйонів кубічних метрів або 14 мільйонів тонн (300–400 кг на капіталу в рік), в той час як обсяг промислових відходів збільшується на 175 мільйонів кубічних метрів. Україна зараз ефективно утилізує та знищує лише дуже невелику частку (приблизно 2,5%) від обсягу твердих побутових відходів. Ці відходи зазвичай надходять на 727 смітниках, обсяг яких становить загалом 3115,3 гектарів. Більшість з цих смітників не відповідає екологічним стандартам та перевантажені техногенно [4].

Останнім часом спостерігається зростання поширення стихійних, несанкціонованих депонувань твердих побутових відходів у природних лісових екосистемах, в околицях міст та на забудованих міських територіях. Шляхом аналізу проблеми управління відходами в місті Полтаві було встановлено, що здатності існуючого полігону для приймання та обробки поточного надходження твердих побутових відходів великою мірою вичерпані, тоді як несанкціоновані сміттєзвалища стали значним фактором забруднення навколишнього середовища.

За 2021 р. на полігон міста було вивезено 78670,82 т або 312013,3 м³ ТПВ, за 2022 р. – 75729,34 т або 302015,31 м³. Приблизно 0,1% ТПВ, від усієї маси відходів, складають небезпечні відходи. На сьогоднішній день ці види відходів збираються разом з іншими ТПВ та видаляються на полігонах, де вони становлять серйозну небезпеку для довкілля та здоров'я людини.

Проблеми, пов'язані зі створенням несанкціонованих звалищ твердих побутових відходів (ТПВ), можуть бути виражені у таких аспектах:

– екологічні проблеми: несанкціоновані звалища відходів можуть призводити до забруднення ґрунту, водойм, атмосфери та загрози біорізноманіттю. Різноманітні хімічні речовини, що містяться в ТПВ, можуть проникати у навколишнє середовище, що негативно впливає на екосистеми та здоров'я людей.

– соціальні проблеми: несанкціоновані звалища часто розташовані біля мешкання людей, що створює середовище збільшеного ризику для їхнього здоров'я. Такі місця можуть сприяти поширенню хвороб, привертати шкідливі комахи та гризунів, а також створювати неприємний запах та естетичний дискомфорт.

– пожежна безпека: на несанкціонованих звалищах можуть виникати пожежі, які становлять серйозну загрозу навколишньому середовищу та здоров'ю людей. Внаслідок горіння ТПВ можуть утворюватися шкідливі токсичні гази та смоли.

– економічні втрати: створення та обслуговування несанкціонованих звалищ вимагає значних витрат, які часто покладаються на місцеві влади або громадян. Крім того, такі звалища можуть заважати розвитку місцевих господарських та туристичних інфраструктур, що призводить до втрат для місцевої економіки.

– легалізація та регулювання: несанкціоновані звалища створюють проблеми для влади у виконанні законодавства та регулювання сфери управління відходами. Їх потрібно легалізувати або ліквідувати відповідно до встановлених норм і стандартів, що потребує часу та ресурсів.

Розв'язання проблем несанкціонованих звалищ вимагає комплексного підходу, включаючи ефективне управління відходами, посилення екологічної свідомості громадян, впровадження належних санкцій за порушення відповідних норм та стимулювання альтернативних методів обробки відходів.

Сучасна система управління поводження з ТПВ базується на комплексі принципів, методів і технологій, спрямованих на оптимізацію виробничих процесів і досягнення максимальної ефективності. Основні складові такої системи включають:

1. Автоматизацію та інтеграцію систем: використання сучасних технологій для автоматизації виробничих процесів та їх інтеграція в єдину систему управління.

2. Збір та аналіз даних: використання датчиків, сенсорів та інших засобів для збору даних про виробничі процеси, а також їх

подальший аналіз для виявлення тенденцій, виявлення проблем та прийняття рішень.

3. Оптимізація процесів: використання алгоритмів оптимізації для підвищення продуктивності, зниження витрат та покращення якості продукції.

4. Управління якістю: впровадження систем контролю якості, що дозволяють виявляти та усувати дефекти на ранніх стадіях виробництва.

5. Гнучкість та адаптивність: здатність системи швидко адаптуватися до змін у виробничому середовищі, включаючи зміни в попиті, технологічні зрушення та інші фактори.

6. Інтеграція зовнішніх систем: можливість взаємодії з постачальниками, клієнтами та іншими стейкхолдерами через інтеграцію зовнішніх систем управління та обмін даними.

7. Безпека та захист даних: забезпечення захисту від несанкціонованого доступу до даних та збереження конфіденційності важливої інформації.

Ці принципи дозволяють створити ефективну систему управління, яка допомагає підприємствам досягати своїх цілей щодо якості, продуктивності та конкурентоспроможності.

Нові методи управління відходами призведуть до зменшення тиску на смітникові полігони ТПВ та збереження природних ресурсів. Однак їх ефективність в значній мірі залежить від наявності та розвитку відповідної інфраструктури для сортування, переробки та утилізації відходів. Розглянемо деякі з них. Біотермічне компостування твердих побутових відходів у світовій практиці розвивалося як альтернатива спалюванню. Передбачали, що одним із напрямів утилізування органічного компонента ТПВ буде перероблення його в органічне добриво (компост). З відомих сьогодні методів найефективнішим і найбільш гігієнічним є метод перероблення в циліндричних барабанах, що обертаються. Труднощі здійснення цього методу полягають у досить складному процесі сортування і необхідності попереднього перероблення відходів, що потребує побудування спеціальних заводів. За період з 1971 по 1994 роки в країнах СНД було споруджено 9 заводів, на яких застосовувалася подібна технологія прямого компостування твердих побутових відходів (ТПВ). Усі ці заводи мали устаткування для проведення трьох основних технологічних операцій: часткової попередньої підготовки відходів, біотермічного анаеробного компостування та очищення від домішок та зберігання

компосту. Деякі з цих заводів використовували технологію термічного оброблення фракцій, які не підлягали компостуванню. Однак отриманий компост на всіх цих заводах мав низьку товарну якість і був складно реалізовувати на ринку.

Анаеробне біоферментаційне перетворення ТПВ є процесом, в якому мікроорганізми розкладають органічні матеріали відходів у відсутності кисню, що призводить до утворення біогазу. На сьогодні значна кількість ТПВ у великих містах ефективно вивозиться на полігони, розташовані на відстані від населених пунктів. Проте в Україні бракує належно обладнаних полігонів, що відповідають санітарним нормам, і значна частина відходів вивозиться на необладнані або стихійні сміттєзвалища. Ці сміттєзвалища є серйозним джерелом забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами, іонами важких металів та звалищними газами. Крім того, під час горіння сміття на сміттєзвалищах утворюються діоксини, фурани та біфеніли, що перевищують гранично допустимі концентрації у кілька тисяч разів.

Санітарне засипання сміття землею з отриманням біогазу є одним із найбільш ефективних методів управління ТПВ в умовах відсутності належно обладнаних полігонів. Цей процес передбачає засипання ТПВ шаром землі товщиною 0,6–0,8 метра і ущільнення. При цьому на полігонах обладнуються вентиляційні труби, газодувки та резервуари для збирання біогазу. Видобутий біогаз може бути використаний як альтернативне джерело енергії. Проте промислове використання біогазу можливе лише через певний час після створення полігону, і його рентабельність залежить від обсягів ТПВ та інших факторів. Тому пошук більш раціональних шляхів переробки та утилізації ТПВ залишається актуальним завданням.

Термічні методи перероблення. На цей час у світовій практиці найбільшого розповсюдження набули термічні методи утилізування ТПВ – спалювання, газифікування і піроліз.

В області промислового перероблення твердих побутових відходів, спалювання вважається найбільш технічно розвиненим методом. З часу винайдення цього методу, техніка та технологія спалювання постійно удосконалюються. Довгий досвід використання спалювання дозволяє чітко визначити його переваги та недоліки. Відомі європейські дослідницькі організації вважають спалювання вигідним, оскільки цей процес дозволяє

одержувати електроенергію та тепло. Однак важливо зауважити, що це неєдиний позитивний аспект. Всі сучасні сміттєспалювальні установки мають свої недоліки, серед яких основним є утворення небезпечних вторинних відходів, таких як поліхлоровані дібензодіоксини, фурани та біфеніли, які потім разом із важкими металами потрапляють у довкілля через димові гази, стічні води та шлак. Хлорорганічні відходи належать до групи вкрай стійких і надзвичайно небезпечних токсикантів. Рівень спалювання побутових відходів у різних країнах суттєво відрізняється. Так, із загальних обсягів ТПВ частка спалювання становить у Австрії, Італії, Франції, Німеччині від 20 до 40%; Бельгії, Швеції – 48–50%, Японії – 70%; Данії, Швейцарії – 80%; Англії і США – 14 %; Україні – 2%. Водночас багато фахівців вважають, що сміттєспалювальні заводи взагалі не можуть бути екологічно чистими підприємствами.

Останнім часом багато компаній переходять від простого спалювання відходів на двоступінчастий процес, що включає стадію піролізу (розкладання органічних речовин без доступу кисню за відносно низьких температур 450–800 °С). Такий процес виявляється енергетично вигіднішим, ніж просте спалювання.

Висновки. Зазначені способи забезпечують перероблення ТПВ практично будь-якого складу, тому що за такої температури повністю руйнуються всі діоксини, фурани і біфеніли. У результаті отримують синтез-газ – суміш водню, метану, чадного газу, діоксиду вуглецю, водяної пари, оксидів азоту і сірки та твердий залишок, що його видаляють з реактора через спеціальну витіснювальну систему. Синтез-газ після очищення від домішок можна використовувати безпосередньо як паливо, як сировину у хімічній промисловості або для синтезу рідких вуглеводнів (метанол, бензин).

Цей метод утилізації твердих побутових відходів в Україні має великий потенціал, оскільки вирішує кілька актуальних проблем:

- екологічна безпека: Використання цього методу може призвести до відмови від сміттєзвалищ та полігонів твердих побутових відходів у їх сучасному вигляді. Це дозволить значно зменшити забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами та іонами важких металів, які нині викидаються на полігони.

- енергетична безпека: Метод утилізації ТПВ може стати джерелом енергії, оскільки він

дозволяє виробляти біогаз. Цей біогаз може бути використаний для часткового покриття дефіциту рідких та газоподібних вуглеводнів у енергетичній галузі, сприяючи зменшенню залежності від імпорту таких енергоресурсів.

– покриття дефіциту вуглеводневої сировини: У перспективі цей метод може стати джерелом вуглеводневої сировини для

хімічної промисловості, частково покриваючи очікуваний дефіцит у цьому секторі. Використання біогазу та інших продуктів утилізації ТПВ може сприяти створенню внутрішнього джерела сировини для виробництва хімічних речовин, що є важливим для забезпечення стабільності та розвитку хімічної промисловості в країні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Діхтярь А. Досвід зарубіжних країн у сфері управління відходами. *Молодий вчений*. 2018. № 9 (61). С. 131–134. URL: <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/3951>
2. Самойлов О. О. Зарубіжний досвід управління твердими побутовими відходами. *Інвестиції: практика та досвід*. 2021. № 19. С. 45–50. DOI: 10.32702/2306-6814.2021.19
3. Білявський О. О. Проблеми утилізації твердих побутових відходів в Україні та методи їх вирішення. *Стратегія економічного розвитку України*. 2023. № 52. С. 72–83. DOI: <https://doi.org/10.33111/sedu.2023.52.072.083>
4. Сталінська І. В. Аналіз впливу полігонів твердих побутових відходів на водні ресурси (на прикладі Дергачівського полігону). *Вісник НУВГП, серія «Технічні науки»*. Випуск 2. Рівне, 2016. С. 244–252.
5. Відходи. Матеріал з Вікіпедії – вільної енциклопедії. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Відходи>

REFERENCES:

1. Dikhtiar A. (2018) Dosvid zarubizhnykh krain u sferi upravlinnia vidkhodamy [Experience of foreign countries in waste management]. *Molodyi vchenyi*. No. 9 (61). P. 131–134. Available at: <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/3951>
2. Samoilov O. (2021) Zarubizhnyi dosvid upravlinnia tverdymy pobutovymy vidkhodamy [Aruban experience in solid waste management]. *Investytsii: praktyka ta dosvid*. No. 19. P. 45–50. DOI: 10.32702/2306-6814.2021.19
3. Biliavskiy O. O. (2023) Problemy utylizatsii tverdykh pobutovykh vidkhodiv v Ukraini ta metody yikh vyrishen-nia [Problems of solid waste disposal in Ukraine and methods of their solution]. *Stratehiia ekonomichnoho rozvytku Ukrainy*. No. 52. P. 72–83. DOI: <https://doi.org/10.33111/sedu.2023.52.072.083>
4. Stalinska I. (2016) Analiz vplyvu polihoniv tverdykh pobutovykh vidkhodiv na vodni resursy (na prykladi Derhachivskoho polihonu) [Analysing the impact of solid waste landfills on water resources (based on the example of Dergachiv landfill)]. *Visnyk NUVHP, seriia «Tekhnichni nauky»*. Vol. 2. P. 244–252.
5. Vidkhody. Material z Vikipedii – vilnoi entsyklopedii. Available at: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Відходи>