

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СПОСОБІВ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ВІДХОДІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі проведено аналіз існуючих способів і засобів для зберігання відходів електричного та електронного обладнання (ВЕЕО). Враховуючи зростаючий обсяг таких відходів, зберігання стає критично важливим для мінімізації негативного впливу на довкілля. Розглянуто основні підходи до зберігання: тимчасове зберігання в контейнерах, відокремлення небезпечних компонентів, сортування і класифікація, зберігання на спеціалізованих полігонах, інкапсуляція в інертних матеріалах, зберігання з використанням інертних газів та перспективні біологічні методи. Кожен із методів розглянуто з точки зору переваг і недоліків для обігрантованого вибору підходу відповідно до конкретних умов.

Ключові слова: електронні відходи, зберігання, полігони, небезпечні відходи, інкапсуляція, інноваційні методи.

Abstract

In this paper, an analysis of existing methods and means for storing waste electrical and electronic equipment (WEEE) is carried out. Given the increase in the volume of such waste, accumulation becomes critical to minimize the negative impact on the environment. The main approaches to storage are considered: temporary storage in containers, separation of hazardous components, sorting and classification, storage in specialized landfills, encapsulation in inert materials, storage using inert gases and promising biological methods. Each of the methods shows a point of view of advantages and disadvantages for an informed choice of approach according to specific conditions.

Keywords: electronic waste, storage, landfills, hazardous waste, encapsulation, innovative methods.

Вступ

Зростання кількості електронних відходів у світі викликає необхідність ефективного зберігання та управління відходами електричного та електронного обладнання (ВЕЕО). До складу таких відходів входять токсичні та небезпечні компоненти, які можуть становити серйозну загрозу для довкілля та здоров'я людей у випадку неправильного поводження [1]. Однією з найважливіших задач є розробка та впровадження методів і засобів, які б мінімізували ризики під час тимчасового та довготривалого зберігання ВЕЕО. У цій статті розглядаються основні сучасні методи зберігання та аналізуються їхні переваги й недоліки.

Результати дослідження

Тимчасове зберігання в спеціалізованих контейнерах. Тимчасове зберігання є одним із основних підходів до управління електронними відходами, забезпечуючи захист від випадкового витоку токсичних речовин [2]. Спеціалізовані контейнери дозволяють безпечно зберігати ВЕЕО до моменту подальшої обробки чи транспортування до місць переробки.

Відокремлення небезпечних компонентів перед зберіганням. Попереднє вилучення небезпечних елементів, таких як акумулятори та конденсатори, значно знижує ризик забруднення навколишнього середовища, оскільки деякі компоненти є джерелом токсичних матеріалів, які можуть витікати під час зберігання. Цей підхід зменшує обсяг небезпечних речовин, що потрапляють у місця зберігання [3].

Сортування та класифікація відходів перед зберіганням. Сортування за матеріалами (метали, пластики, скло) спрощує подальшу переробку та дозволяє зменшити обсяг відходів, що підлягають захороненню. Це, в свою чергу, полегшує процес обробки, знижує потребу в полігонах і сприяє переробці цінних компонентів [4].

Зберігання на спеціалізованих полігонах. Полігони для небезпечних відходів забезпечують довготривале зберігання компонентів ВЕЕО. Вони оснащені бар'єрами для мінімізації витоку токсичних речовин, що знижує ризик для навколишнього середовища [1]. Однак, полігони вимагають високих витрат на побудову та обслуговування.

Інкапсуляція в спеціальних матеріалах. Інкапсуляція токсичних компонентів у матеріали, такі як цемент, забезпечує їхнє довготривале безпечне зберігання, запобігаючи витоку токсичних речовин.

Однак цей метод є вартісним і складним у реалізації, що обмежує його застосування лише для дуже небезпечних компонентів [4].

Зберігання з використанням інертних газів. Використання інертних газів, таких як азот, допомагає зберігати чутливі до окислення компоненти, що подовжує термін їхнього безпечного зберігання. Проте, обладнання для такого зберігання є дорогим і потребує спеціальних умов [2].

Інноваційні підходи (біологічні методи). Сучасні дослідження демонструють перспективність біологічних методів, які передбачають використання мікроорганізмів для розкладання токсичних компонентів. Незважаючи на високий потенціал, такі методи знаходяться на етапі розробки і не набули широкого практичного застосування [5].

Висновки

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що існуючі методи зберігання електронних відходів є різноманітними, а вибір конкретного підходу залежить від кількості, складу та особливостей відходів. Тимчасове зберігання в контейнерах та попереднє вилучення небезпечних компонентів є базовими підходами для початкових етапів зберігання. Полігони та інкапсуляція в спеціальних матеріалах є ефективними для довготривалого зберігання, але вимагають значних витрат. Використання інертних газів є оптимальним для спеціалізованих компонентів, тоді як біологічні методи потребують подальших досліджень. Комплексний підхід до зберігання електронних відходів, з урахуванням усіх доступних методів, є необхідним для забезпечення екологічної безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Balde, C.P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., & Stegmann, P. (2020). *The Global E-Waste Monitor 2020*. United Nations University.
2. Shams, N., Bahar, I., & Ahmad, M. (2019). "E-Waste Management and Treatment Options: A Review." *Waste Management*, 97, 312–325.
3. The New E-Waste Classification: Regional and International Approaches. (2020). *Journal of Waste Management*, 65, 143–150.
4. Minami, H., & Lee, J.C. (2018). "Encapsulation and Stabilization of Hazardous Waste in Concrete." *Materials in Waste Management*, 21(4), 987–995.
5. Sinha, S., & Jain, G. (2021). "The Role of Microorganisms in the Treatment of E-Waste." *Environmental Technology Reviews*, 10(3), 220–232.

Гречанюк Євгеній Володимирович – аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: grechanyuk@ukr.net

Іщенко Віталій Анатолійович – канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ischenko.v.a@vntu.edu.ua

Grechanyuk Evgeniy V. — Postgraduate student of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: grechanyuk@ukr.net

Ishchenko Vitalii A. — Ph.D., As.Prof., Head of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ischenko.v.a@vntu.edu.ua