

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ФОРУМ
«ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ:
ЗАКОНОДАВСТВО, ЕКОНОМІКА, ТЕХНОЛОГІЇ»**

**Міжмуніципальна співпраця
як ключовий інструмент
впровадження реформи управління
відходами на регіональному рівні**

28–29 листопада 2024 року

м. Хмельницький

УДК 502:628

Міжмуніципальна співпраця як ключовий інструмент впровадження реформи управління відходами на регіональному рівні: збірка матеріалів Національного форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології» (м. Хмельницький, 28–29 листопада 2024 року). – К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2024. – 226 с.

ISBN 978-617-7130-24-5

У збірці вміщені матеріали Національного форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології». Ключова тема 2024 року – Міжмуніципальна співпраця як ключовий інструмент впровадження реформи управління відходами на регіональному рівні.

Організатори Форуму – Всеукраїнська екологічна ліга, Офіс «Розумне Довкілля. Хмельницький».

Форум проводиться за сприяння Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, Комітету Верховної Ради України з питань екологічної політики та природокористування, Хмельницької міської ради.

Партнери Форуму – Центр екологічної освіти та інформації, Програма WM4U «Посилення управління побутовими відходами в Україні», ТОВ Компанія «Центр ЛТД», ТОВ «GALVAPNO», Консалтингова компанія SEURECA-VEOLIA, ПрАТ «Київспецтранс», МПП «Рада», ТОВ «УКРМІТБЕСТ».

Доповіді учасників стосуються визначення проблемних питань нормативно-правового забезпечення міжмуніципальної співпраці як ключового інструменту впровадження реформи управління відходами на регіональному рівні, також висвітлюються проблемні питання у розробленні та реалізації Регіональних планів управління відходами, впровадження нових підходів щодо поводження з небезпечними відходами: проблемні питання та пропозиції для їх подолання.

Учасники Форуму презентували кращі практики щодо поводження з відходами в громадах в умовах воєнного стану за підтримки проектів міжнародної технічної допомоги, екологічно дружні, ресурсо- та енергоефективні технологічні рішення для перероблення та повторного використання відходів війни.

Особливо актуальними є доповіді, присвячені новим підходам до формування тарифної політики у громадах, інформаційній політиці та інструментам діджиталізації, освітньо-виховній роботі і просвіті щодо розв’язання проблем поводження з відходами для збереження довкілля.

Матеріали збірки будуть корисними для представників органів державної влади та місцевого самоврядування, бізнесу, громадськості, науковців, фахівців-практиків з питань екологічної безпеки.

УДК 502:628

ISBN 978-617-7130-24-5

© Центр екологічної освіти та інформації, 2024

ОГЛЯД ПРОБЛЕМ УТИЛІЗАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Авласьонюк К. І., електромонтер з оперативних перемикань,
ПРАТ «ПІВНІГЗК»

Максимова Н. М., кандидат технічних наук, доцент кафедри безпеки праці та охорони
довкілля,

ТОВ Технічний університет «Метінвест політехніка»

Фотоелектрична енергетика швидко популяризується, зокрема доволі поширені сонячні електростанції. Це також знайшло відображення серед цілей Енергетичної стратегії України 2050, а саме: розвиток альтернативних джерел енергії, нових продуктів та інноваційних рішень в енергетичному секторі. Також використання альтернативних джерел енергії сприяє досягненню зобов'язань щодо досягнення кліматичної нейтральності України. Наприклад, треба наростити частку відновлювальної енергетики у генерації електроенергії до 30 % за Паризькою угодою по клімату.

Так, за даними [1] Міжнародна агенція з відновлюваних джерел енергії (IRENA) констатує, що в 2020 році за показником загальної потужності сонячних електростанцій Україна посідала в Європі 6-те місце. Міністерство енергетики України вказує, що загальна встановлена потужність об'єктів відновлювальної енергетики складає 8,4 ГВт, з них промислові сонячні електростанції – 6,1 ГВт, а домашні – 0,8 ГВт.

В Україні поширення набули, зокрема серед побутових споживачів, кремнієві монокристалічні, кремнієві полікристалічні та тонкоплівкові сонячні панелі, перші з яких наразі популярніші [1]. Здебільшого виробники дають на сонячні панелі мінімум 10-річний строк гарантії, а в середньому – й понад 25 років [1, 2]. Тому через 10-15 років слід очікувати наростання проблеми утилізації сонячних панелей [2]. Слід враховувати також, що внаслідок настання обставин непереборної сили або з інших причин дана продукція може стати технічно несправною набагато раніше.

Найпоширеніші монокристалічні панелі містять 76 % скла, 10 % полімеру, 8 % алюмінію, 5 % кремнію, 1 % міді, менше 0,1 % срібла та інших елементів [1, 2, 3]. У складі тонкоплівкових сонячних панелей використовуються дещо відмінні матеріали від кремнієвих підкладок і часто вони містять рідкісні метали (індій, кадмій, телур) [4]. У тонкоплівкових модулях частка скла набагато вище – 89 % (CIGS) і 97% (CdTe) [2, 3].

За даними [2] в Європі вже витягується для повторного використання 65–70 % (за масою) матеріалів, з яких складаються сонячні модулі, що відповідає Директиві ЄС WEEE. Додатково розроблений стандарт для збирання та переробки панелей (EN50625-2-4 та TS50625-3-5) включає конкретні вимоги до очищення відходів, відповідно до яких вміст небезпечних речовин у фракціях скла, що випускається після переробки, не повинен перевищувати наступних граничних значень: кадмій – 1 мг/кг (суха речовина) (кремнієві модулі); 10 мг/кг (суха речовина) (не кремнієві модулі); селен – 1 мг/кг (суха речовина) (кремнієві модулі); 10 мг/кг (суха речовина) (не кремнієві модулі); свинець – 100 мг/кг (суха речовина) [2, 3].

Можна розділити грубу переробку, що передбачає вилучення скла, алюмінію, міді, та тонку переробку, тобто вилучення майже всіх хімічних елементів, що використовуються у фотоелектричній панелі [2–3].

Сьогодні відходи сонячних панелей переробляють на заводах, які займаються переробкою багат шарового скла або електронних відходів. Але вони виділяють лише основні матеріали такі, як скло, мідь та алюміній. Інші частини або спалюються, або видаляють на полігони [2].

Сонячні панелі переробляють наступним чином [4–5]:

- видалення і демонтаж металевих каркасів та інших елементів;
- термічна обробка, яка допомагає розплавити або розкласти пластикові шари на

панелях, вивільняючи такі матеріали, як скло та кремній;

- механічний поділ, тобто подрібнення відходів, їх просіювання та сепарація. Скло здебільшого використовують повторно, тоді коли пластик – рідше використовують повторно або взагалі утилізують;

- хімічне розділення для сонячних панелей на основі кремнію передбачає вилучення кремнієвих матеріалів за допомогою розчинів;

- травлення або електроліз для відновлення металів;

- використання для виробництва нових сонячних панелей або інших продуктів відновлених матеріалів (скло, кремній і метали).

Процес обробки та переробки тонкоплівкових сонячних панелей складніший, а ринковий попит на матеріали, які вони містять, не такий великий, як на кремній [4].

Тонка переробка складається з таких основних етапів [2]: попередня обробка, тобто видалення розподільної коробки, металевої рами; деламінація (зняття плівки, що ламінує); вилучення скла і металів.

Переробка допомагає зменшити потребу в природних ресурсах та знизити до мінімуму накопичення відходів.

Відпрацьовані сонячні модулі підпадають під категорію електронні відходи (e-waste) [2]. Питання утилізації фотоелектричних модулів розгорнуто розглянуті ще у 2016 р. у спільній доповіді Міжнародного агентства поновлюваної енергетики IRENA та Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) «End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels» [2, 3].

У світі відходи сонячної енергетики поки становлять лише 3-16% річного обсягу електронних відходів. Наприклад, у 2015 році річний світовий обсяг електронних відходів склав 43,8 млн т [2]. Очікується, що у світі залежно від розглянутих сценаріїв може накопичитись до 1,7–8 млн т відходів фотовольтаїки до 2030 року, а до 2050 року – до 60–78 млн т [3].

Європейський Союз першим зробив кроки до утилізації відходів сонячних електростанцій, що відображено в Директиві про відходи електричного та електронного обладнання (WEEE) (2012/19/EU). У 2012 році було створено перший ринок, на якому переробка сонячних модулів є обов'язковою, оскільки положення Директиви WEEE були включені до національного законодавства країнами-членами ЄС. Директива WEEE покладає розширену відповідальність за утилізацію на виробника.

Наприклад, на виконання директиви в Німеччині створили цілий департамент «Stiftung EAR», що реєструє виробників сонячних панелей та координує збір відходів [1].

На даний час з'явилося багато послуг від виробників сонячних модулів щодо утилізації відпрацьованої продукції та її переробки в подальшому. Тобто в дію вступив принцип розширеної відповідальності виробника [2].

Наприклад, ще в 2005 р. американська програма First Solar запровадила систему збору та переробки сонячних модулів (тонкоплівкові панелі CdTe) [2]. При цьому акцентується увага на переробці власних тонкоплівкових модулів телуриду кадмію (CdTe), відновлюючи до 90 % напівпровідникового матеріалу та 90% скла для повторного використання [4].

В останні роки в Європі та інших країнах активізувався пошук нових технологічних рішень щодо переробки сонячних модулів [2]. Методи утилізації постійно змінюються або потребують удосконалень, оскільки виробництво панелей і їх власне складові постійно змінюються. Очікується, що частка різних металів у виробі буде зменшуватись [1].

Отже ціни на компоненти сонячних електростанцій будуть поступово знижуватись, а витрати демонтаж та переробку у порівнянні з ними будуть завищені. Це вплине на економіку проектів з урахуванням витрат на всіх етапах життєвого циклу продукції [2].

В Україні питання управління фотоелектричними панелями як відходами підіймалось у законопроекті «Про відходи електричного та електронного обладнання» № 2350, в якому, зокрема, передбачено запровадження системи розширеної

відповідальності.

Отже, з огляду на поступовий перехід до циркулярної економіки та реформування сфери управління відходами доцільно в «зелених» проєктах відбудови врахувати питання утилізації відпрацьованих фотоелектричних модулів, нарощення обсягів яких, як очікується, відбудуватиметься з експоненційною швидкістю.

Література:

1. Яловий К. Звалища сонячних панелей – наше майбутнє? Стаття ві 27.10.2021. *Interfax*. URL: <https://interfax.com.ua/news/blog/775704.html> (дата звернення: 15.11.2024).
2. Утилізація сонячних модулів (панелей). Проблеми, регулювання, практика. *E-energy*. URL: <https://e-energy.in.ua/oglyady/utilizaciya-sonyachnih-moduliv-panelej-problemi-regulyuvannya-praktika.html> (дата звернення: 15.11.2024).
3. End-of-life management: Solar Photovoltaic Panels. 2016. *IRENA*. URL: <https://www.irena.org/publications/2016/Jun/End-of-life-management-Solar-Photovoltaic-Panels> (дата звернення: 15.11.2024).
4. Переробка сонячних панелей: друге життя знищених сонячних панелей. Новини від 25.03.2024. *Shielden*. URL: <https://uk.shieldenchannel.com/blogs/solar-panels/solar-panel-recycling> (дата звернення: 15.11.2024).
5. Самойленко Н., Катенін В., Баранова А. Переробка та утилізація фотоелектричних сонячних панелей. *Вісник Національного технічного університету «ХПИ»*. Серія: *Нові рішення у сучасних технологіях*, 2021. (2(8)). С. 121–126. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2021.02.17>.

ВІДНОВЛЕННЯ ЗРУЙНОВАНИХ МІСТ: УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ ТА ПОВТОРНЕ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ ПІД ЧАС ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ РОСІЇ В УКРАЇНУ

Груздова В. О., членкиня *ОО ВЕЛ*, еколог

Колошко Ю. В., викладач кафедри охорони праці та екологічної безпеки
Національний університет цивільного захисту України
Всеукраїнська екологічна ліга, м. Харків

З початком повномасштабного вторгнення Російської Федерації в Україну 24 лютого 2022 року, українські міста зіткнулися з масовим руйнуванням інфраструктури, житлових будинків, історичних пам'яток та інших об'єктів. Військові дії спричинили величезні втрати, залишивши після себе мільйони тон будівельного сміття, уламків та відходів. Післявоєнне відновлення зруйнованих міст вимагає системного підходу до управління будівельними відходами та повторного використання матеріалів, що залишилися після руйнацій. Це не лише дозволить зменшити негативний вплив на довкілля, але й допоможе зекономити ресурси, що є особливо важливим в умовах війни [1].

В статті розглянемо ключові аспекти управління будівельними відходами та повторного використання матеріалів в контексті відновлення українських міст, що постраждали від російської агресії. Проаналізуємо сучасні підходи та найкращі практики в сфері утилізації, технології переробки матеріалів, екологічні та економічні аспекти такого процесу, а також перспективи впровадження сталих рішень на місцевому рівні.

Внаслідок активних бойових дій на території України було зруйновано тисячі будівель, включаючи житлові будинки, лікарні, школи, промислові підприємства та інші об'єкти. За оцінками експертів, загальний обсяг будівельних відходів, що утворилися внаслідок руйнувань, сягає кількох мільйонів тонн. Така кількість відходів створює численні виклики для екології, логістики та будівельної галузі [1].

Проблеми використання ТПВ як палива <i>Сігал О. І.</i>	
Повторне використання відходів у рибпромислі <i>Кравченко А. О., Божко К. М.</i>	
Супутниковий моніторинг звалищ <i>Шерстюк Д. М., Ільєнко Т. В.</i>	
Застосування екологічно дружніх технологій задля збереження довкілля <i>Шликова С. В.</i>	
Обґрунтування енергетичного потенціалу вторинної сировини (пластикових відходів, зношених шин та відходів харчової промисловості) для одержання композиційних моторних палив <i>Бойченко С. В., Жолтайли С. Ю., Шкільнюк І. О., Яковлева А. В., Куберський І. О.</i> ..	
Удосконалення управління відходами територіальних громад для реалізації «зеленого» напрямку розвитку <i>Токарчук Д. М.</i>	
Використання агробіомаси в енергетиці: просторовий аспект пошуку місця розташування котельні на біопаливі <i>Данишина С. Ю., Андрєєв С. М., Буряк Ю. Л., Подорожко К. Д.</i>	
Оцінка можливості відновлення шламових відходів утворених в процесі хімічного очищення та підготовки води <i>Савотченко О. М., Грищан Ю. І.</i>	
Огляд проблем утилізації елементів фотоелектричної енергетики <i>Авласьонок К. І., Максимова Н. М.</i>	
Відновлення зруйнованих міст: управління будівельними відходами та повторне використання матеріалів під час повномасштабного вторгнення росії в Україну <i>Груздова В. О., Колошко Ю. В.</i>	
Наслідки шумового забруднення довкілля внаслідок війни <i>Безсонов Є. М.</i>	
Екологічний менеджмент: управління військовими відходами <i>Ісаєнко В. М., Маджд С. М.</i>	
Поводження з антропогенно забрудненими мулами водою <i>Корабльова А. І., Волошенко Л. А., Крамаренко Є. В., Дзюба Н. М.</i>	
<i>Круглий стіл 3</i> Інформаційна політика та інструменти діджиталізації, освітньо-виховна робота і просвіта щодо розв'язання проблем поводження з відходами для збереження довкілля	