

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Традиційні шляхи отримання електроенергії не є екологічно безпечними. Тому енергетика повинна розвиватися у першу чергу в напрямку підвищення безпеки експлуатації енергоустановок, впровадження безвідходних технологій використання палива і розробки альтернативних «чистих» джерел енергії.

Найефективнішим на даний час методом отримання електроенергії вважається безпосереднє перетворення сонячного випромінювання на електричну енергію за допомогою фотоелектричних елементів. Головними перевагами використання сонячної енергії є: екологічна чистота, надійність та можливість довготривалої експлуатації, безпека, простота монтажування і розбирання, стійкість до впливу природних факторів.

Проте слід сказати і про деякі її недоліки. По-перше, для сонячної енергетики потрібне використання великих земельних площ під електростанції. По-друге, СЕС не працює вночі і недостатньо ефективно працює у ранкових і вечірніх сутінках. При цьому пік споживання електроенергії припадає саме на вечірні години. Проблема залежності потужності сонячної електростанції від часу доби і погодних умов може бути вирішена спорудженням сонячних аеростатних електростанцій. Ще один шлях вирішення проблеми – будівництво гібридних електростанцій, тобто вдень електроенергія виробляється параболічними концентраторами, а вночі – з природного газу.

По-третє, сонячні фотоелементи високовартісні. Ймовірно, з розвитком технології цей недолік буде подолано. Ще одним недоліком є недостатній ККД сонячних елементів. Крім того, поверхню фотоелектричних панелей періодично потрібно очищувати від пилу та інших забруднень.

Тому останнім часом починає активно розвиватися виробництво тонкоплівкових фотоелементів, у складі яких міститься близько 1 % кремнію, завдяки чому вони дешевші у виробництві, але поки мають меншу ефективність.

Ще однією проблемою є те, що зі збільшенням попиту виробництва з використанням фотоелектричних установок, зростає попит на рідкісні метали, які використовуються для їх виготовлення. Результатом цього буде зменшення запасів руди, тому необхідно буде освоювати нові глибини для їх видобутку.

Overview of global PV panel waste projections, 2016-2050

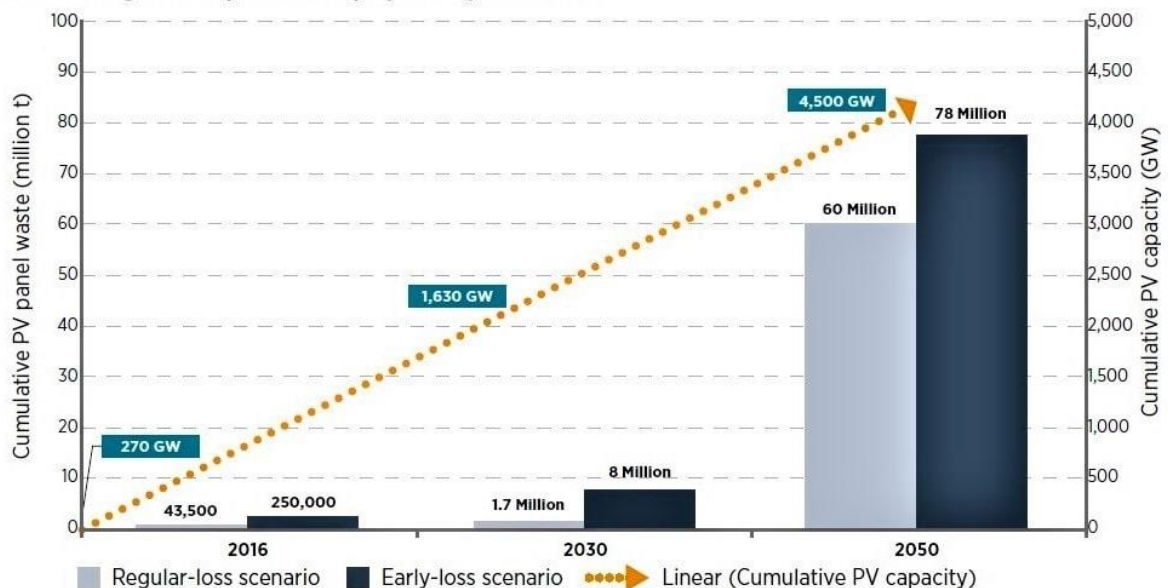


Рис.1. Глобальний огляд прогнозів відходів фотоелектричних панелей, 2016-2050 рр. Джерело: IRENA and IEA PVPS - End-of-Life Management Solar PV Panels, 2016: p.12

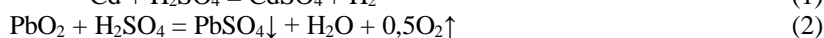
Ефективність фотоелектричних елементів значно знижується при їх нагріванні, тому виникає необхідність в установці систем охолодження, зазвичай водяних. Знижується вона також і через 30 років експлуатації, що теж належить до проблемних питань. Незважаючи на екологічну чистоту отримуваної енергії, самі фотоелементи містять отруйні речовини, наприклад, свинець, кадмій, галій, миш'як. Сучасні

фотоелементи мають обмежений термін експлуатації (30-50 років), їх активне застосування передбачатиме виникнення проблеми їх утилізації.

У 2016 році IRENA (Міжнародного агентства відновлюваної енергетики) і MEA (Міжнародного енергетичного агентства) «End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels», опублікували спільну роботу, в якій описуються технології і стратегії утилізації фотоелектричних модулів.

Найбільший відсоток відходів від сонячних панелей становить скло (90 %). Меншу частку складають кабелі і напівпровідники з цінних матеріалів, які обмотані пластиком. Для переробки таких матеріалів використовують теплові або механічні методи переробки (подрібнювачі або дробарки). На сьогодні, більшість частин сонячних модулів можуть бути перероблені. Метою процесу переробки сонячних батарей є збереження сировини. Їх переробка сприяє збереженню навколишнього середовища для здорової життєдіяльності людини. Свинцево-кадмієві гальванічні елементи містять в своєму складі свинець та кадмій, які можна за допомогою ресурсозберігаючої й екологічно безпечної технології повернути у сферу виробництва з урахуванням їх екологічних стандартів, а також зменшити вплив на довкілля. Дану технологію переробки можна використати і для вилучення свинцю і кадмію із фотоелектричних елементів в процесі їх утилізації.

Відпрацьовані сонячні панелі спочатку потрібно подрібнити і розділити на різні фракції. Фракції, що містять свинець та кадмій, потрібно розчинити в 60 % сульфатній кислоті. При цьому відбудуться наступні реакції (1, 2):



Використання сульфатної кислоти з концентрацією понад 60 % недоцільне, оскільки знижується розчинність сульфату кадмію. У результаті цих процесів утворюється змішаний розчин сульфатів кадмію і свинцю та 26 газоподібна суміш водню і кисню (останні надалі можна використовувати для різних технічних цілей).

Для того, щоб розділити кадмій і свинець розчин сульфатів цих металів фільтрують і отримують осад сульфату свинцю, а в розчині залишається сульфат кадмій, який після стехіометричної обробки розчином гідроксиду натрію осідає у вигляді гідроксиду кадмію (3).

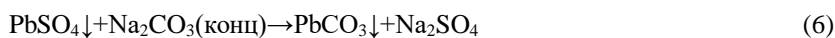


Осад фільтрують і отримують розчин сульфату натрію, який випаровують, кристалізують і сушать. Кадмій з осаду його гідроксиду повертають у сферу виробництва ХДС (хімічних джерел струму) у вигляді металевого кадмію по реакціях (4, 5):



Альтернативним реагентом для виділення кадмію є 25 %-й водний розчин гідроксиду амонію, з яким кадмій утворює амонійний комплекс $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$, котрий використовують у гальванічному виробництві.

З осаду сульфату свинцю отримують товарні продукти – свинець у вільному вигляді або оксид свинцю (IV) по реакціях (6 – 9):



Отже, для повторного використання вилучається близько 70 відсотків компонентів панелей, які підлягають утилізації. Крім того, міжнародні Директиви регламентують дотримання вимог вмісту небезпечних елементів у вторинній сировині (кадмій і селен – не більше 1 мг на кілограм для кремнієвих панелей і не більше 10 мг – для не кремнієвих, свинець – не більше 100 мг в сухій речовині).

Рентабельність переробки фотоелектричних модулів піддається сумнівам. Однак, міжнародне законодавство жорстко контролює цей процес. Зниження вартості сонячного обладнання відкриває можливості для збільшення потоку інвестицій в сферу утилізації фотоелектричних панелей.