

- Заходи щодо досягнення встановлених нормативів граничнодопустимих викидів:

Заходи не встановлюються у зв'язку з тим, що на підприємстві викиди найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин не перевищують встановлених нормативів граничнодопустимих викидів.

- Заходи щодо запобігання перевищенню встановлених нормативів граничнодопустимих викидів у процесі виробництва:

Дотримуватися техрегламенту. Не допускати утворення нових джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря без попередньої розробки та погодження відповідної дозвільної документації.

- Заходи щодо обмеження обсягів залпових викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря:

На підприємстві джерела залпових викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря відсутні. Заходи не встановлюються.

- Заходи щодо остаточного припинення діяльності, пов'язаної з викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря, та приведення місця діяльності у задовільний стан.

На території П\Ф "ЗОРЯ" не потрібне впровадження заходів щодо остаточного припинення діяльності, пов'язаних з викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря, та приведення місця діяльності у задовільний стан.

Заходи не встановлюються, так як уся територія підприємства знаходиться у задовільному стані.

Перелік заходів щодо охорони атмосферного повітря на випадок виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, ліквідації наслідків забруднення атмосферного повітря:

Заходи щодо охорони атмосферного повітря при несприятливих метеорологічних умовах здійснюються відповідно до вимог методичних вказівок "Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях".

## **ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ УТИЛІЗАЦІЇ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ**

*Доповідач – Роденко Н. ст.,  
Науковий керівник – Позднякова О.І., доц., к.х.н.,  
Харківський автомобільно-дорожній університет  
rogenko@gmail.com*

За даними Markets & Markets обіг світового ринку електронних відходів зростає з 9,15 млрд. дол. США в 2011 р до 20,25 млрд. у 2019р. Більше половини ринку припадає на Китай і США.

Електронні відходи це електричне та електронне обладнання і його частини, які їх власник викинув як відходи, і не має наміру використовувати їх повторно.

Відходи електричного та електронного обладнання ( ВЕЕО) , охоплюють 6 категорій (з 2018 року), а саме:

- терморегулююче обладнання, більш відоме як нагріває і охолоджує обладнання. Стандартне обладнання включає холодильники, морозилки, кондиціонери та теплові насоси (щорічно утворюється в світі 7,6 млн. т);

- екрани, монітори. Стандартне обладнання включає телевізори, монітори, ноутбуки і планшетні комп'ютери (щорічно утворюється в світі 6,6 млн. т);

Лампи. Стандартне обладнання включає люмінесцентні лампи, газорозрядні лампи високої інтенсивності і світлодіодні лампи (щорічно утворюється в світі 0,7 млн. т);

Великогабаритне обладнання. Стандартне обладнання включає пральні машини, сушильні машини для одягу, посудомийні машини, електричні печі, великогабаритне устаткування для друку, копіювальне обладнання та фотоелектричні панелі (щорічно утворюється в світі 9,1 млн. т);

Малогабаритне обладнання. Стандартне обладнання включає пилососи, мікрохвильові печі, вентиляційне обладнання, тостери, електричні чайники, електричні бритви, ваги, калькулятори, радіоприлади, відеокамери, електричні та електронні іграшки (щорічно утворюється в світі 16,8 млн. т);

Малогабаритне обладнання інформаційних технологій і електров'язку. Стандартне обладнання включає мобільні телефони, глобальні системи визначення місцезнаходження (GPS), кишенькові калькулятори, маршрутизатори, персональні комп'ютери, принтери, телефони (щорічно утворюється в світі 3,9 млн. т).

Сьогодні обсяги відходів сонячної енергетики невеликі, оскільки галузь молода, а гарантійний термін служби модулів зазвичай становить 25 років і більше. В не далекому майбутньому нас чекає експоненціальне зростання цих обсягів. До 2030 р вони збільшаться в 40 разів. Звичайні сонячні модулі складаються з:

- 76 % кристалічного кремнію (по масі);
- 10 % полімерних матеріалів;
- 8 % алюмінію;
- 5 % кремнієвих напівпровідників;
- 1 % Cu, менше 0,1% Ag і ін. металів, включаючи Sn і Pb.

У 2016 році була опублікована спільна робота IRENA (Міжнародного агентства відновлюваної енергетики) і MEA (Міжнародного енергетичного агентства) «End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels», в якій детально описуються технології і стратегії утилізації фотоелектричних модулів. В роботі прогнозується, що глобальна встановлена потужність сонячної енергетики досягне до 2050 року 4500 ГВт (проти 400 ГВт сьогодні). До 2030 р в світі утвориться 1,7-8 млн. т. відходів сонячних модулів в залежності від розглянутих сценаріїв (regular loss - використання сонячних модулів протягом

30 років, early loss - раннє закінчення терміну служби з різних причин, наприклад, заміна морально застарілого обладнання на більш сучасне). До 2050 року обсяги сонячних панелей, які відслужили свій термін, виростуть приблизно до 78 млн. т.

Сьогодні в Європі залучається для повторного використання 65-70 % (по масі) матеріалів, з яких складаються сонячні модулі. Це відповідає вимогам Директиви ЄС WEEE.

Європейський комітет зі стандартизації електротехніки, розробив додатковий стандарт для збору і переробки панелей (EN50625-2-4 і TS50625-3-5). У стандарті вказані адміністративні, організаційні та технічні вимоги, які спрямовані на запобігання забруднення і неналежного поводження, мінімізацію викидів, сприяння збільшенню частки відновлених матеріалів і операцій з глибокої переробки відпрацьованих сонячних модулів. Стандарт також забороняє відвантаження модулів-відходів на об'єкти, які не відповідають стандартним вимогам охорони навколишнього середовища і здоров'я.

Стандарт включає в себе вимоги до очищення відходів, відповідно до яких вміст небезпечних речовин в фракціях, які випускаються після переробки скла не повинен перевищувати:

кадмію: 1 мг / кг (суха речовина) для кремнієвих модулів; 10 мг / кг (суха речовина) для не кремнієвих модулів;

селену: 1 мг / кг (суха речовина) для кремнієвих модулів; 10 мг / кг (суха речовина) для не кремнієвих модулів;

свинець: 100 мг / кг (суха речовина).

Європейський союз (ЄС) першим ввів правила утилізації відходів сонячних електростанцій - модулі повинні утилізуватися відповідно до Директиви про відходи електричного та електронного обладнання (WEEE) (2012/19 / EU). З 2012 року положення Директиви WEEE були включені в національне законодавство країнами-членами ЄС. Вони створили перший ринок, на якому переробка сонячних модулів стала обов'язковою.

На міжнародному рівні новий стандарт в області фотоелектричних модулів (NSF 457 - Sustainability Leadership of Photovoltaic Modules) включає в себе критерії управління цими виробами після закінчення терміну їх експлуатації.

У США утилізація панелей регулюється Законом про збереження та відновлення ресурсів (Resource Conservation and Recovery Act), який є правовою основою для управління небезпечними та безпечними відходами. У 2016 році Асоціація сонячної енергетики США (SEIA) в партнерстві з виробниками сонячних модулів і монтажними організаціями запустила національну програму добровільної утилізації панелей, яка спрямована на те, щоб зробити рішення по переробці більш доступними для споживачів.

В Японії відпрацьовані сонячні панелі підпадають під загальні регламенти з управління відходами (Waste Management and Public Cleansing Act). У 2015 році була розроблена дорожня карта для просування схеми збору, сонячних панелей. У 2017 р японська Асоціація сонячної енергетики (Japan Photovoltaic Energy Association - JPEA) опублікувала керівництво щодо належного

поводження з сонячними модулями після закінчення терміну їх служби. Національний інститут передових промислових наук і технологій (NEDO) розробляє технологію переробки.

У Китаї немає спеціальних правил по утилізації сонячних модулів.

В Індії відходи фотоелектричної енергетики управляються Міністерством навколишнього середовища, лісів і зміни клімату.

Утилізацію сонячних панелей можна розділити на «грубу» переробку (витяг скла, алюмінію, міді - матеріалів, які складають основну масу модуля) та тонку, що припускає витяг практично всіх хімічних елементів,

Сьогодні обсяги «сонячних відходів» невеликі, модулі переробляють на заводах, які призначені для переробки багат шарового скла, металів або електронних відходів. В результаті виділяються тільки основні (по масі) матеріали - скло, алюміній і мідь, в той час як сонячні осередки і ін. матеріали спалюються, або потрапляють на полігони відходів. Таким чином, груба переробка аналогічна технології повторного використання ламінованого скла в інших галузях промисловості і не забезпечує відновлення екологічно небезпечних (наприклад, Pb, Cd, Se) або цінних (наприклад, Ag, In, Te, Si) матеріалів.

Тонка переробка складається з трьох основних етапів:

- 1) попередня обробка, що включає видалення металевої рами і розподільної коробки;
- 2) деламінація і видалення ламінуючої плівки;
- 3) витяг скла і металів.

У Європі відкрився перший завод по вторинній переробці сонячних батарей. За даними інформаційного агентства Reuters, новий завод підписав контракт з організацією, яка забезпечує функціонування системи збору, знешкодження та утилізації сонячних батарей PV Cycle France, на переробку 1300 т сонячних батарей в 2018 році - практично всіх, термін служби яких у Франції закінчується в цьому році.

В Україні останні роки, завдяки дії “Зеленого тарифу” швидко розвивається сонячна енергетика. Тому, на нашу думку, вже сьогодні необхідно на законодавчому рівні вирішувати питання утилізації сонячних модулів.

## **ЕКОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ**

*Доповідач – Самойлов А.В., маг.,  
Науковий керівник – Анісімова С.В., доц., к.г.н.,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
svitlanaanisimova@meta.ua*

Ліс і його ресурси є невід'ємним елементом життя людини протягом всієї історії його існування. Тисячоліттями він надавав людям притулок, їжу,