

Вінницький національний технічний університет
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля
Кафедра екології та екологічної безпеки

Магістерська кваліфікаційна
робота
на тему: ЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ПОТЕНЦІАЛУ
ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ У
ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

Виконав: студент групи ТЗД-16м

Спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Панькевич А.С.

Керівник к. т. н. Трач І.А.

Вінниця - 2018 року

Актуальність теми. Мета роботи.

- ▶ **Актуальність теми.** Альтернативні джерела електроенергії стають все більш актуальними та доступними у побутовому і промисловому використанні. Так як у недалекому майбутньому буде досить важко задовольняти потреби людства за рахунок невідновлювальних джерел енергії, тому людство все більше звертає увагу на альтернативну енергетику, одним з найперспективніших напрямків якої є сонячна енергетика.
- ▶ **Метою роботи** є екологічний аналіз потенціалу використання сонячних батарей у Вінницькій області.

Задачі дослідження.

- ▶ Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:
- ▶ дослідити основні типи сонячних батарей та їх ефективність, розглянути технічні характеристики різних видів сонячних панелей та привести основні найпоширеніші шляхи використання сонячних батарей.
- ▶ проаналізувати основні схеми (варіанти) підключення сонячних електростанцій (СЕС).
- ▶ розглянути механізм та інструменти сприяння розвитку сонячної енергетики у Вінницькій області, а саме: проаналізувати порядок встановлення сонячної електростанції для приватного домогосподарства у Вінницькій області, привести перелік документів, необхідних для оформлення договору про купівлю-продаж електричної енергії за «зеленим» тарифом, з'ясувати розмір «зелених» тарифів на електричну енергію для приватних домогосподарств.
- ▶ дослідити частку сонячної енергії у загальній структурі обсягу купленої електричної енергії ПАТ "Вінницяобленерго" за обсягом виробництва та вартості у 2016 році.
- ▶ розглянути сонячні електростанції Вінницької області та компанії у місті Вінниця, які займаються продажем та монтажем систем на альтернативних джерелах енергії.
- ▶ розробити рекомендації щодо встановлення сонячних батарей для приватних домогосподарств у Вінницькій області.
- ▶ проаналізувати вплив використання сонячних батарей на навколишнє природне середовище та дослідити проблему утилізації сонячних батарей.
- ▶ запропонувати спосіб вилучення шкідливих речовин при утилізації сонячних модулів.

Типи сонячних батарей та їх ефективність

Кристалічні фотоелементи

Технології виробництва фотоелементів

Тонкоплівкові фотоелементи

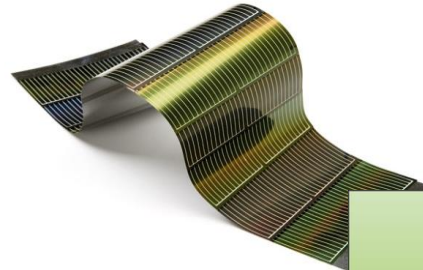
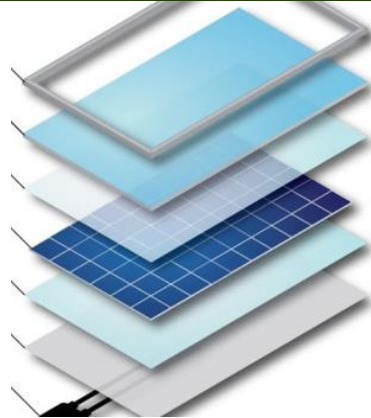
монокристалічні кремнієві фотоелементи
ККД від 15 до 18 відсотків

полікристалічні фотоелементи
ККД до 16 відсотків

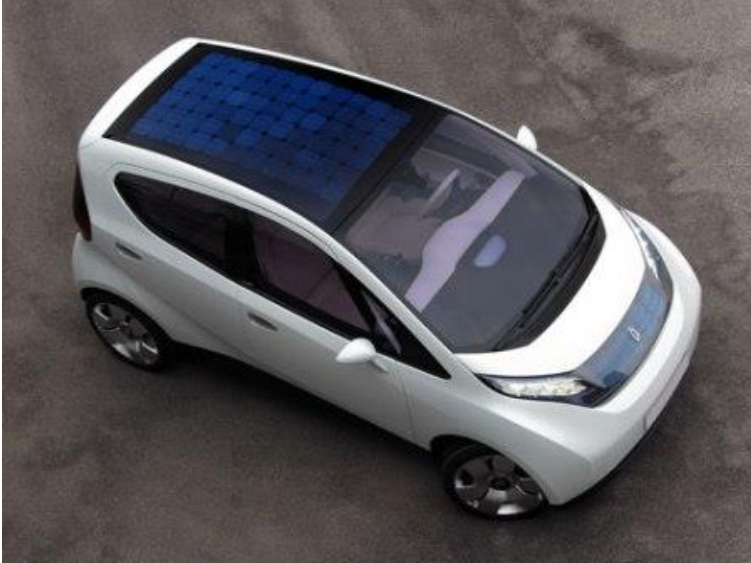
фотоелементи з використанням індію і міді (CIS технологія)
коефіцієнт корисної дії сягає 15%

фотоелементи з використанням телуриду кадмію (CdTe технологія)
ККД 8,5 - 11 %

фотоелементи з використанням аморфного кремнію
ККД від 5 до 7 відсотків

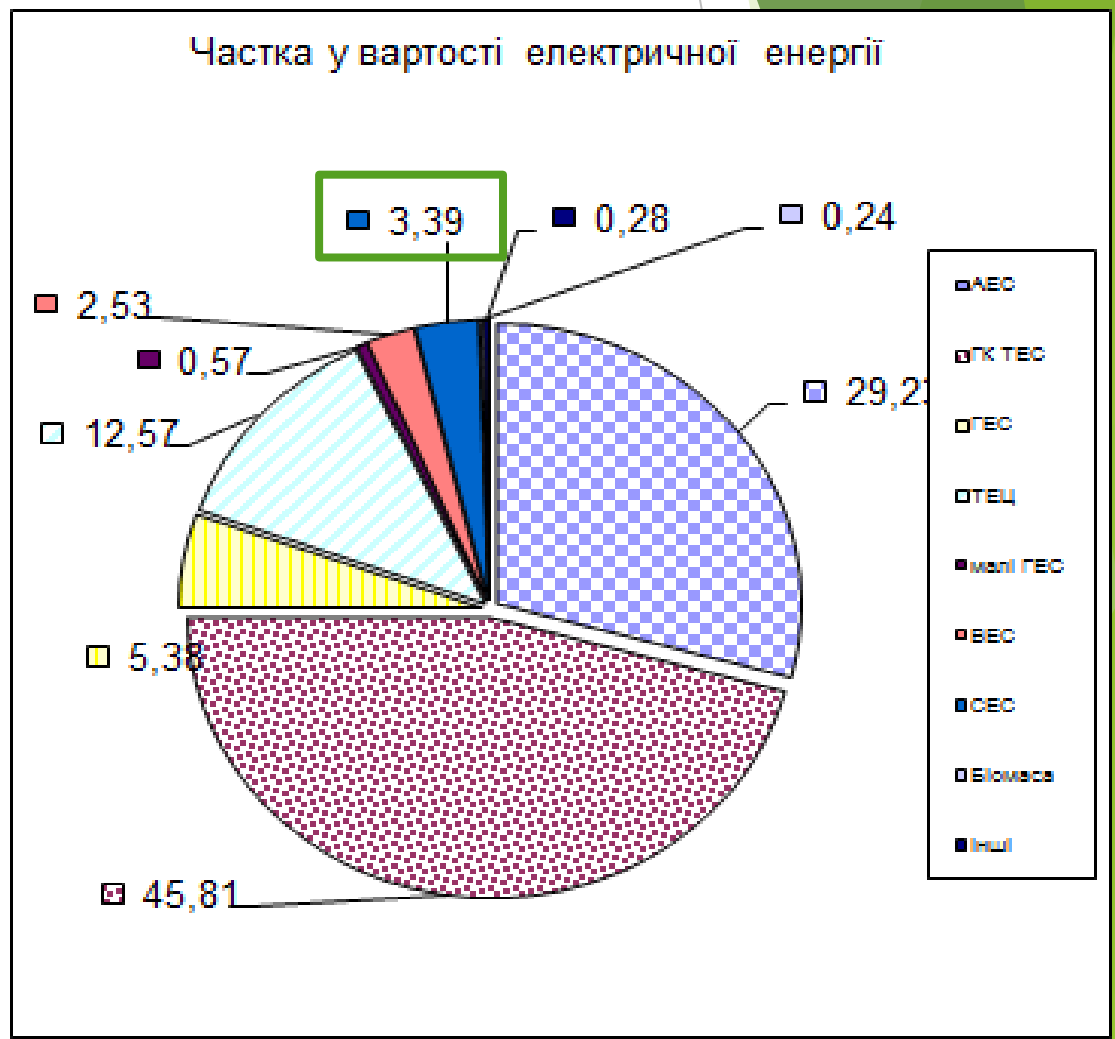
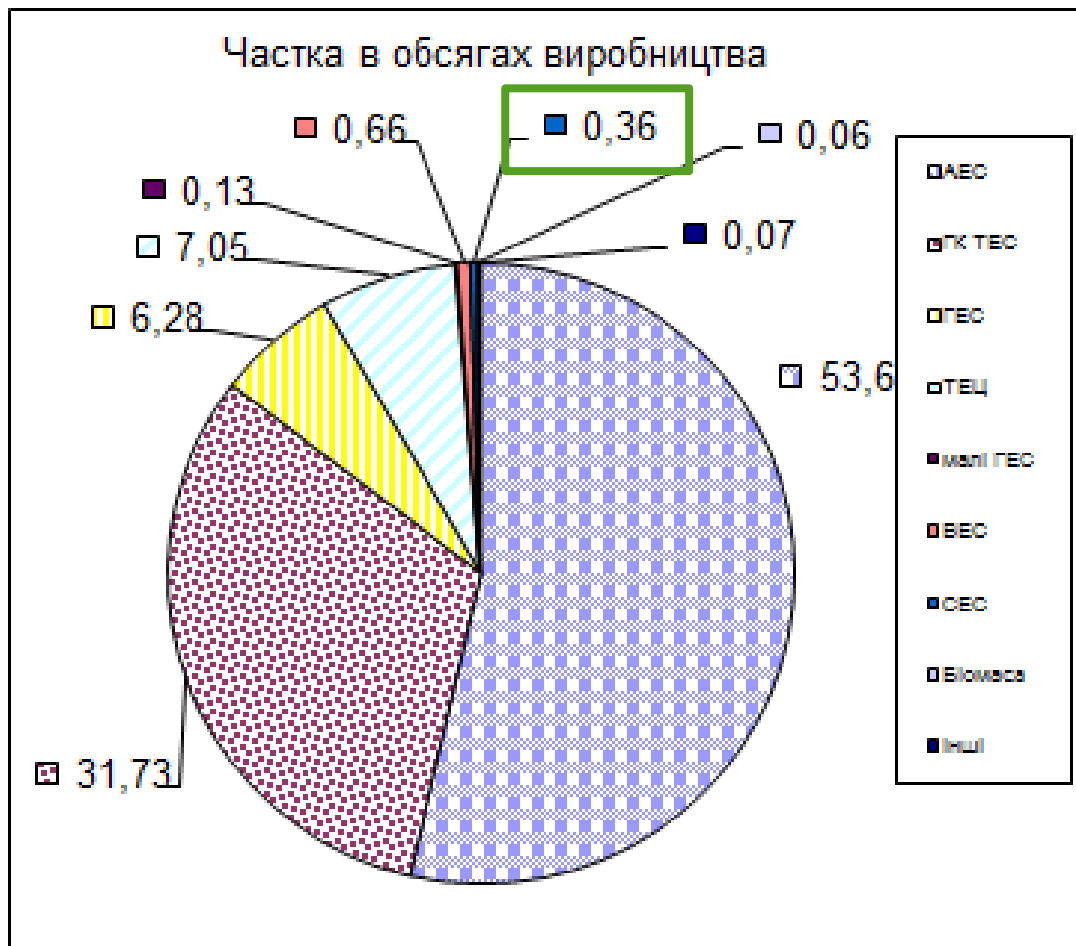


Шляхи використання сонячних батарей





Частка сонячної електроенергії у загальній структурі обсягу купленої електричної енергії ПАТ "Вінницяобленерго"



Рекомендації щодо встановлення сонячних батарей для приватних домогосподарств у Вінницькій області

- ▶ Законодавство України, а саме, постанова НКРЕКП № 229 від 25.02.16 р., затверджує, що величина встановленої потужності генеруючої установки для приватного домогосподарства не повинна перевищувати 30 кВт.
- ▶ Сонячні панелі потрібно розміщувати таким чином, щоб не було затінювання у найпродуктивніші години дня (з 11-ї до 16-ї години дня).
- ▶ Сонячні панелі для приватного домогосподарства дозволяється встановлювати тільки на фасадах та дахах будинків.
- ▶ Сонячні панелі рекомендовано повернути на південь (кут нахилу 30-35 градусів).



1 - Монтаж сонячних батарей



2 - Звернення до ПАТ
«Вінницяобленерго»



3 - Збір документів для оформлення
договору про купівлю продаж
електроенергії за «зеленим тарифом»
(підрозділ 2.2 МКР)



4 - За фактом заяви ПАТ
«Вінницяобленерго» повинна
видати організаційно-технічні заходи

5 - Заява-повідомлення
(додаток В)



6 - Улаштування вузла обліку

7 - Акт про збереження пломб
та встановлення індикаторів

8- Підписання договору
купівлі-продажу
електричної енергії

Розмір зеленого тарифу для СЕС, величина встановленої потужності яких не перевищує 30 кВт

Термін введення в експлуатацію СЕС	Розмір «зеленого» тарифу
з 01 квітня 2013 року по 31 грудня 2014 року	1049,03 коп/кВт·год (без ПДВ)
з 01 січня 2015 року по 30 червня 2015 року	943,50 коп/кВт·год (без ПДВ)
з 01 липня 2015 року по 31 грудня 2015 року	585,95 коп/кВт·год (без ПДВ)
з 01 січня 2016 року по 31 грудня 2016 року	556,02 коп/кВт·год (без ПДВ)
з 01 січня 2017 року по 31 грудня 2019 року	529,24 коп/кВт·год (без ПДВ)
з 01 січня 2020 року по 31 грудня 2024 року	475,69 коп/кВт·год (без ПДВ)
з 01 січня 2025 року по 31 грудня 2029 року	423,71 коп/кВт·год (без ПДВ)

Метод вилучення шкідливих речовин при утилізації сонячних модулів

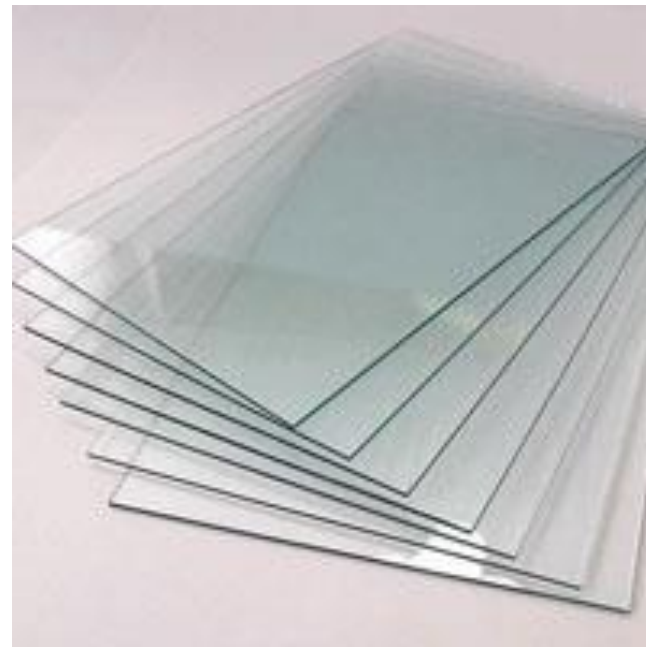
- ▶ пропонується реагентний спосіб, заснований на різній здатності кадмію, свинцю та їх сполук до комплексоутворення, відношення до кислот, лугів і розчинності



Рама



Відпрацьовані кабелі

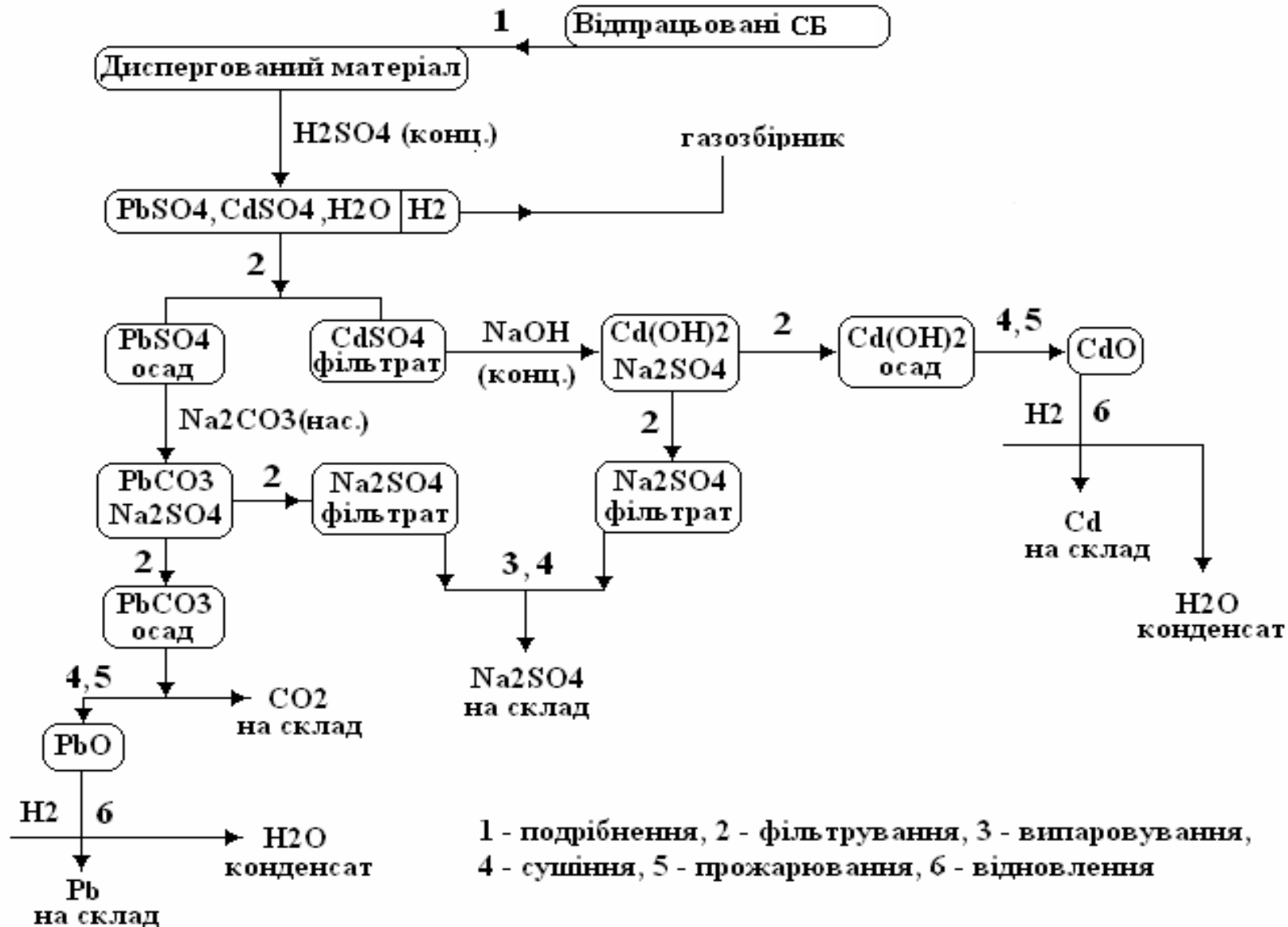


Скло

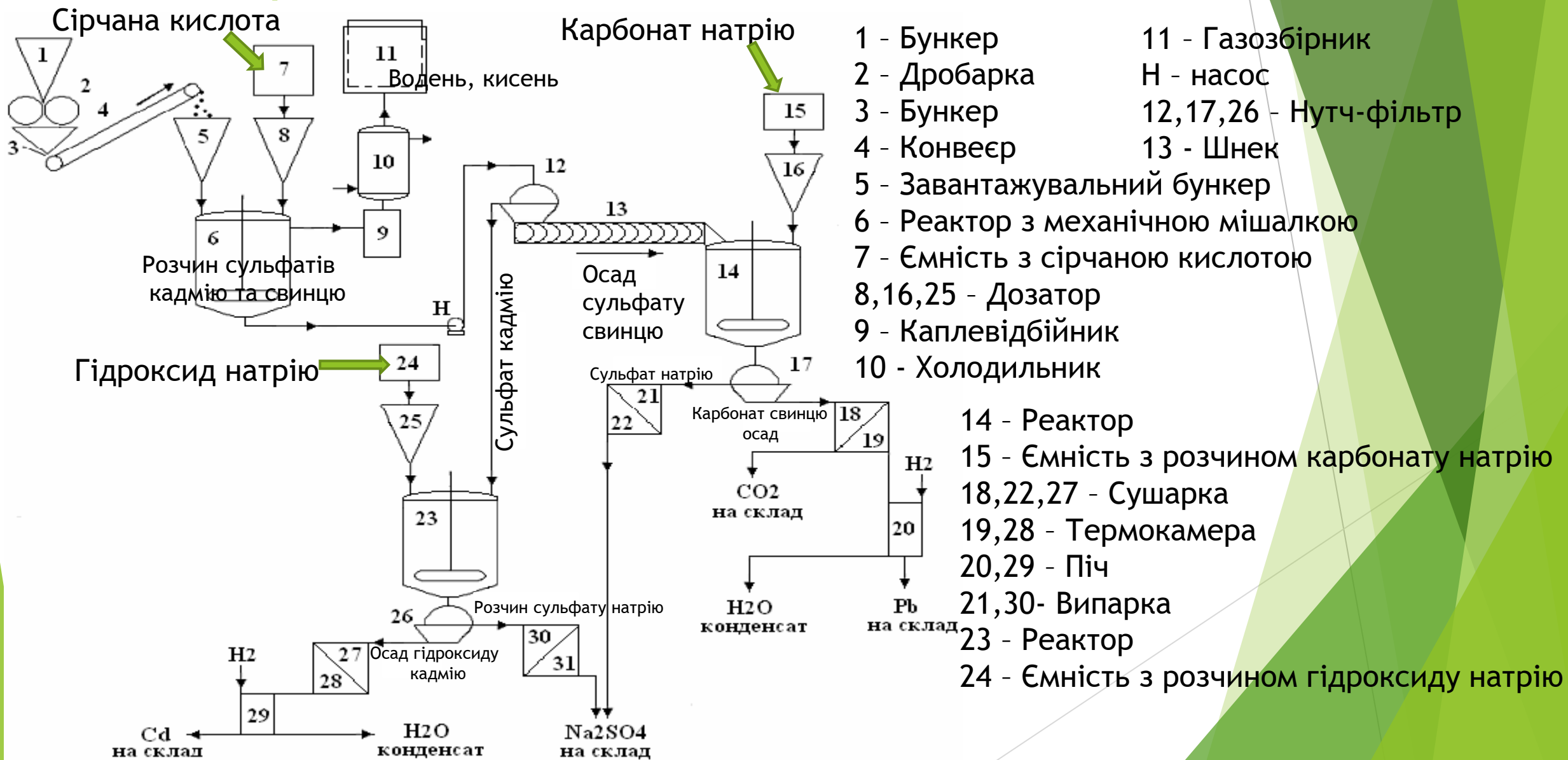
Етапи і хімізм процесу переробки сонячних батарей

Стадії процесу	Результати
Розчинення кадмію і діоксиду свинцю в сірчаній кислоті	$\text{Cd} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CdSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$ $\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + 0,5\text{O}_2\uparrow$
Розділення свинцю і кадмію фільтруванням	осад PbSO_4 , розчин CdSO_4
Отримання карбонату свинцю	$\text{PbSO}_4\downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{PbCO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
Фільтрування розчину з осадом карбонату свинцю	осад PbCO_3 , розчин Na_2SO_4
Сушка і прожарювання осаду карбонату свинцю	PbO і CO_2
Відновлення оксиду свинцю (II) воднем у вільний свинець	$\text{PbO} + \text{H}_2 = \text{Pb} + \text{H}_2\text{O}$
Осадження сульфату кадмію гідроксидом натрію	осад $\text{Cd}(\text{OH})_2$, розчин Na_2SO_4
Фільтрування розчину з осадом гідроксиду кадмію	осад $\text{Cd}(\text{OH})_2$
Сушіння і прожарення осаду гідроксиду кадмію	CdO і H_2O
Відновлення оксиду кадмію воднем	Cd і H_2O
Випаровування, кристалізація і сушка розчину сульфату натрію	натрію кристалічний Na_2SO_4 і H_2O

Блок-схема утилізації сонячних панелей



Апаратно-технологічна схема переробки відпрацьованих сонячних панелей



Наукова новизна

- ▶ Розроблено рекомендації щодо встановлення сонячних батарей для приватних домогосподарств у Вінницькій області, що відрізняються від аналогів тим, що рекомендації розроблені виключно для жителів м. Вінниця, в результаті чого кожен власник приватного домогосподарства може ознайомитись з процедурою встановлення сонячних батарей та «зеленого» тарифу.
- ▶ Запропоновано метод вилучення шкідливих речовин при утилізації сонячних модулів, який ґрунтується на реагентному способі, в результаті якого отримані метали можливо використовувати для сонячних бататей.

Публікації.

- ▶ За результатами роботи опубліковано 3 наукові тези на сайті науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ).

ВИСНОВКИ

▶ В магістерській кваліфікаційній роботі було проведено екологічний аналіз потенціалу використання сонячних батарей у Вінницькій області, зокрема:

▶ 1. В першому розділі розглянуто загальну характеристику кристалічних фотоелементів (монокристалічних та полікристалічних) та тонкоплівкових фотоелементів (фотоелементів з використанням індію і міді (CIS технологія), фотоелементів з використанням телуриду кадмію (CdTe технологія) та фотоелементів з використанням аморфного кремнію). Проаналізовано шляхи використання сонячних панелей, зокрема, розглянуто схеми підключення сонячних електростанцій: автономну станцію для споживачів постійного струму, автономну станцію для споживачів змінного струму та мережеву станцію.

▶ 2. В другому розділі розглянуто механізм та інструменти сприяння розвитку сонячної енергетики у Вінницькій області, а саме: проаналізовано порядок встановлення сонячної електростанції для приватного домогосподарства у Вінницькій області, приведено перелік документів, необхідних для оформлення договору про купівлю-продаж електричної енергії за «зеленим» тарифом, з'ясовано розмір «зелених» тарифів на електричну енергію для приватних домогосподарств. Досліджено частку СЕС у загальній структурі обсягу купленої електричної енергії ПАТ "Вінницяобленерго" за обсягом виробництва та вартості у 2016 році.

▶ 3. В третьому розділі розглянуто сонячні електростанції Вінницької області та компанії у місті Вінниця, які займаються продажем та монтажем систем на альтернативних джерелах енергії. Розроблено рекомендації щодо встановлення сонячних батарей для приватних домогосподарств у Вінницькій області.

▶ 4. В четвертому розділі проаналізовано вплив використання сонячних батарей на навколишнє природне середовище та досліджено проблему утилізації сонячних батарей. Запропоновано спосіб вилучення шкідливих речовин при утилізації сонячних модулів. Пропонується реагентний спосіб, заснований на різній здатності кадмію, свинцю та їх сполук до комплексоутворення, відношення до кислот, лугів і розчинності.

▶ 5. В п'ятому розділі проведено розрахунок сонячного потенціалу та економічної ефективності встановлення сонячної електростанції для приватного домогосподарства.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!