**Практична робота №1**

**Тема: Аналіз технологій прямого вловлювання та зберігання CO₂ як інструменту кліматичної політики**

**Мета:** вивчити принципи роботи технологій DACCS (**D**irect **A**ir **C**apture and **C**arbon **S**torage) та їх роль у зменшенні концентрації CO₂ в атмосфері, порівняти різні методи вловлювання та зберігання діоксиду вуглецю, оцінити потенціал та обмеження технології для досягнення кліматичних цілей

**Теоретичні відомості**

Пряме вловлювання та зберігання CO₂ (DACCS) — це інноваційна технологія, яка дозволяє безпосередньо видаляти діоксид вуглецю з атмосферного повітря та зберігати його в довгостроковій перспективі. На відміну від традиційних методів скорочення викидів, DACCS фактично зменшує концентрацію CO₂ в атмосфері, що робить цю технологію ключовим інструментом у боротьбі з кліматичними змінами.

## Принципи роботи технології

### **Етап вловлювання**

Процес DACCS складається з двох основних етапів. Перший етап включає використання спеціальних хімічних сорбентів або розчинників, які селективно зв'язують CO₂ з атмосферного повітря. Найпоширеніші підходи включають:

**Твердофазні сорбенти:** Використовують амінові сполуки, нанесені на пористі матеріали. При контакті з повітрям ці сполуки утворюють стабільні зв'язки з молекулами CO₂. Процес відбувається при температурах близьких до навколишнього середовища (15-40°C).

**Рідкофазні розчинники:** Застосовують водні розчини гідроксидів (переважно NaOH або KOH), які реагують з CO₂, утворюючи карбонати та гідрокарбонати. Ця система ефективна, але потребує значних енергетичних витрат на регенерацію.

### **Етап десорбції та концентрування**

Після насичення сорбента CO₂ необхідно вивільнити зібраний газ для подальшого використання або зберігання. Цей процес зазвичай відбувається при підвищених температурах (80-120°C) або зниженому тиску, що дозволяє отримати концентрований потік CO₂.

## **Методи зберігання CO₂**

### **Геологічне зберігання**

Найбільш поширений підхід передбачає закачування CO₂ у глибокі геологічні формації на глибині понад 800 метрів, де високий тиск забезпечує перебування CO₂ у надкритичному стані. Основні типи геологічних сховищ:

**Виснажені нафтогазові родовища:** Мають доведену здатність утримувати гази протягом мільйонів років та добре вивчену геологію.

**Глибокі солоні водоносні горизонти:** Найбільш поширений тип сховищ з величезним потенціалом зберігання по всьому світу.

**Невитягнуті вугільні пласти:** Дозволяють одночасно зберігати CO₂ та підвищувати видобуток метану.

### **Мінералізація**

Довгостроковий процес, при якому CO₂ реагує з породоутворюючими мінералами (базальт, перидотит), утворюючи стабільні карбонатні мінерали. Цей процес може відбуватися як природно (протягом десятиліть), так і з використанням каталізаторів (протягом місяців).

### Сучасні технологічні платформи

**Climeworks (Швейцарія):** Використовує модульні установки з твердофазними аміновими сорбентами. Їхня установка Orca в Ісландії має потужність 4000 тонн CO₂ на рік.

**Carbon Engineering (Канада):** Розробила технологію на основі рідкофазних розчинників гідроксиду калію з потенційною потужністю до 1 мільйона тонн CO₂ на рік.

**Global Thermostat (США):** Застосовує низькотемпературну десорбцію з використанням відходів тепла промислових процесів.

**Завдання 1.**

Дослідіть та опишіть один реальний проект DACCS (окрім згаданих у теоретичній частині). Включіть: назву проекту та компанію, місце розташування, потужність, особливості технології, поточний статус проекту.

Проаналізуйте роль DACCS у досягненні цілей Паризької кліматичної угоди. Чи може ця технологія стати ключовим інструментом для досягнення вуглецевої нейтральності до 2050 року?

**Контрольні запитання**

1. Проаналізуйте основні виклики масштабування технологій DACCS. Назвіть та обґрунтуйте три найбільші перешкоди.

2. Запропонуйте три конкретні рішення для підвищення економічної ефективності DACCS технологій.

3. Оцініть екологічні ризики та переваги широкого впровадження DACCS. Складіть список з 3 ризиків та 3 переваг з обґрунтуванням.