

ІНТЕГРАЦІЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ТА ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ У СТВОРЕННЯ ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНИХ СПОРУД ЯК ІНСТРУМЕНТ АДАПТАЦІЇ ДО КЛІМАТИЧНИХ ВИКЛИКІВ У ГІРСЬКИХ РЕГІОНАХ ПРИКАРПАТТЯ

У контексті глобальних кліматичних змін, зокрема зростання середньорічної температури та збільшення частоти екстремальних погодних явищ у Прикарпатті, зростання цін на енергоносії та необхідності скорочення викидів парникових газів все більшої актуальності набувають питання створення енергоне залежних споруд. Особливо це стосується гірських регіонів, таких як Прикарпаття, де складні кліматичні та географічні умови ускладнюють використання традиційних систем енергозабезпечення та зумовлюють потребу в надійних та автономних рішеннях. Наукова проблема полягає у розробці ефективних та економічно обґрунтованих моделей інтеграції відновлюваних джерел енергії та теплових насосів, адаптованих до специфічних умов гірського клімату Прикарпаття, для забезпечення енергетичної незалежності будівель.

На сьогодні перспективним технологічним рішенням є інтеграція сонячних і вітрових електростанцій із системами теплових насосів у єдину систему енергозабезпечення, що дозволяє максимально використовувати потенціал відновлюваних джерел енергії. Така інтеграція, включаючи використання акумуляторних батарей для зберігання енергії та інтелектуальних систем управління енергоспоживанням, є не лише екологічно доцільною, а й економічно ефективною у довгостроковій перспективі [1]. Успішний досвід впровадження подібних систем у гірських районах Австрії та Швейцарії демонструє їхню практичну feasibility та економічну вигоду.

Сонячні електростанції (СЕС), зокрема фотоелектричні панелі, є ефективним рішенням для забезпечення електроенергії в літній період, коли інсоляція в регіоні досягає найвищих показників [6]. У періоди низької сонячної активності ефективно себе проявляють вітрові електростанції (ВЕС), які можуть стабілізувати подачу енергії завдяки частим вітрам у гірській місцевості [5]. Оптимальним є використання гібридних систем, що поєднують різні типи ВДЕ для забезпечення більш стабільного енергопостачання.

Водночас теплові насоси (повітряні, ґрунтові або водяні) забезпечують ефективне опалення та кондиціювання, використовуючи енергію навколишнього середовища. Прикарпаття володіє значним потенціалом геотермальних вод, які можуть бути ефективно використані в геотермальних теплових насосах. Сучасні теплові насоси мають високі коефіцієнти

перетворення (COP) та дозволяють знизити витрати на опалення до 50–70% порівняно з традиційними джерелами тепла [3]. Важливою умовою ефективної роботи таких систем є енергоефективне проектування та будівництво споруд.

Інтеграція цих технологій дозволяє створити систему з високим рівнем енергетичної автономності, що особливо важливо в умовах нестабільності електропостачання або віддаленості об'єктів. За оцінками Держенергоефективності, потенціал використання ВДЕ в Україні, зокрема в Івано-Франківській області, щороку зростає, а регіональні програми стимулюють впровадження таких технологій у будівництві [1]. Державні програми підтримки ВДЕ та енергоефективності створюють сприятливі умови для впровадження таких систем.

Крім цього, такі рішення значно зменшують екологічне навантаження, знижують викиди парникових газів, відповідають національній кліматичній політиці [4] та є основою для розвитку зеленого туризму і сталого будівництва. Створення енергонезалежних туристичних та рекреаційних об'єктів на базі ВДЕ позитивно впливатиме не лише на екологію, а й на привабливість регіону для екотуризму.

Таким чином, застосування комплексних рішень із використанням ВДЕ та теплових насосів у гірських районах Прикарпаття є ефективним інструментом адаптації до кліматичних викликів, енергетичної децентралізації та сталого регіонального розвитку. Рекомендується розробити регіональні програми стимулювання впровадження енергонезалежних технологій та провести інформаційну кампанію серед населення та бізнесу. Перспективи подальших досліджень включають оптимізацію систем зберігання енергії для гірських умов та розробку інтелектуальних систем управління енергоспоживанням.

Перелік використаних джерел

1. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. *Енергетична стратегія України на період до 2035 року*. Київ, 2017. URL: <https://saee.gov.ua>
2. Бакаїм О. В., Беляєва Н. І. *Енергозберігаючі технології в будівництві*. Харків: ХНУБА, 2020. URL: <https://library.hnuba.edu.ua>
3. Новіков І. І. *Теплові насоси: теорія і практика*. Київ: Вища школа, 2018. URL: <https://lib.iitta.gov.ua>
4. Кабінет Міністрів України. *Про схвалення Стратегії формування та реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2035 року і затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2024-2026 роках*, Розпорядження КМУ № 483-р від 30.05.2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/932-2022-p#Text>
5. Білецький В. С. *Вітроенергетика України: сучасний стан і перспективи*. Львів: Наука і техніка, 2019. URL: <https://ena.lpnu.ua/bitstream/ntb/56993/1/18.pdf>

УДК 628.515:621.643

Фафлей О.Я., к.т.н., доцент
кафедри будівництва та енергоефективних споруд
Петрушко Ю. М., аспірант кафедри екології,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

УЛОВЛЮВАННЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ НА ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТАХ

Національний план з енергетики та клімату України на період до 2030 року [1] є стратегічним документом, який спрямований на узгодження енергетичної та кліматичної політики для забезпечення сталого розвитку та відновлення економіки України. Довгострокові цілі досягнення кліматичної нейтральності зафіксовані у двох стратегічних документах України. Так, Енергетична стратегія України на період до 2050 року [2] передбачає досягнення кліматичної нейтральності енергетичного сектору України до 2050 року. У Національній економічній стратегії на період до 2030 року йдеться про необхідність досягнення кліматичної нейтральності (для економіки в цілому) до 2060 року.

Нинішнє посилення екологічних норм до промислових підприємств вимагає об'єднання зусиль для цілковитої декарбонізації та екомодернізації економіки. Технології уловлення та зберігання вуглецю дають надію, що це саме те рішення, яке заповнить прогалину між конкурентоздатністю промисловості та міжнародними кліматичними цілями.

Україна стикнеться з необхідністю модернізації великих енергоємних підприємств, що працюють на викопному паливі, впровадження новітніх технологій уловлювання діоксиду вуглецю. Вищенаведене обумовлює потребу в проведенні досліджень, розробок нового високоефективного обладнання та технології для сепарації і очищення газоподібних промислових відходів.

Науковці ІФНТУНГ запропонували технологію уловлювання та зберігання вуглецю, працюють над реалізацією науково-прикладного проекту «Розроблення екологічно чистої технології та технічних засобів для очищення димових газів промислових підприємств». В основі запропонованої технології використовується термічний спосіб виділення CO₂. Потік газу розганяється до швидкості звуку і температура різко падає, потім водяна пара конденсується. В установці використовуються окремі запатентовані дизайнерські елементи [3].

Проект спрямовано на підвищення екологічної ефективності роботи промислових підприємств за рахунок зменшення об'єму викидів у