

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-273-9-9>

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ВИКЛАДАННЯ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ДЛЯ СПЕЦІАЛІСТІВ У СФЕРІ ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ**

**Лисак О. В.**

*кандидат технічних наук,  
головний технолог відділу геотермальної енергетики,  
Інститут відновлюваної енергетики  
Національної академії наук України  
м. Київ, Україна*

24 лютого 2022 року розпочалося повномасштабне вторгнення росії, за підтримки білорусі, в Україну – що є частиною російського вторгнення, яке розпочалось ще 2014 року. Війна фінансується росією в значній мірі за рахунок продажу енергоресурсів. Тому будь-яка закупівля російського викопного палива є фактичним фінансуванням збройної агресії росії проти України і це спонсорство має бути припинено.

Зараз ряд країн вже ввели або збираються вводити ембарго на імпорт паливних ресурсів з росії, що обмежує пропозицію цього товару на ринку та призводить до збільшення вартості природного газу на світовому ринку. Все це значно ускладнює забезпечення роботи систем тепло- та холодопостачання, що використовують природний газ в якості джерела енергії. Вирішенням цієї проблеми може бути перехід до систем тепло- та холодопостачання, що використовують відновлювані джерела енергії (ВДЕ). Зазначимо, що практики переходу до ВДЕ та відмови від викопного палива за останні роки відчутно прогресували, проте зараз цей процес набуває ще більшої ваги та ще більше зростає нагальність його пришвидшення.

Таким чином, актуальною задачею стає впровадження ВДЕ, а відповідно – й підготовка спеціалістів з цього напрямку. Під терміном ВДЕ поєднані досить різні дисципліни, які як правило вивчаються окремо одна від одної.

Так, до ВДЕ входять:

1. Гідроенергетика;
2. Вітроенергетика;
3. Геотермальна енергетика (виробництво геотермальної електроенергії, геотермальне тепло- та холодопостачання);
4. Сонячна енергетика (виробництво сонячної електроенергії, сонячне тепло- та холодопостачання);
5. Біопаливо.

Варто відзначити, що у випадку геотермального теплопостачання мова може йти як про пряме геотермальне теплопостачання (якщо температура теплоносія є достатньо високою), так і про теплопостачання з використанням теплового насоса (коли температура теплоносія є недостатньою для прямого використання). Також окрім використання як поверхневих, так і глибинних прошарків Землі, що власне й характеризують терміном «геотермальні», можуть використовуватись й інші джерела, як, наприклад, поверхневі водойми чи, навіть, зовнішнє повітря. Наприклад, в підручнику під назвою «Геотермальне тепло– та холодопостачання: проектування систем ґрунтових теплових насосів» [1] для спеціалістів США в сфері HVAC (*англ.* heating, ventilation and air conditioning; *укр.* опалення, вентиляція та кондиціонування повітря, скорочено – ОВК) розглянуто як джерело теплопостачання не тільки ґрунт, але й відкриті поверхневі водойми.

Іншим напрямком, значно пов'язаним з ВДЕ є виробництво та організація споживання водню. Хоча даний напрямок лише розвивається [2], спеціалісти зі сфери

енергетики повинні бути добре поінформовані в особливостях впровадження цих систем, оскільки найближчим часом очікується значне зростання об'ємів виробництва «зеленого» водню (водню, виробленого за рахунок використання ВДЕ). Особливо, це варто враховувати зараз, коли мова йде про можливість України стати країною, що експортуватиме водень до інших країн Європи – про це йшла мова під час зустрічі Європейської комісії та представників Оператора газотранспортної системи України, яка пройшла 7 червня 2022 року в рамках ініціативи European Hydrogen Backbone [3].

Впровадження ВДЕ призводить й до зміни функціонування вже діючих систем тепло- й холодопостачання. Зокрема, для систем централізованого теплопостачання з використанням ВДЕ температура теплоносія в теплових мережах є меншою [4], що позначається на особливостях проєктування та функціонування таких мереж. Таким чином, спеціаліст має отримати знання по тепловим мережам не лише для умов застосування викопного палива, але й застосування ВДЕ – та отримати навички щодо організації переходу системи опалення будівлі з викопного палива на ВДЕ.

Загалом, зараз відбувається значна трансформація ринку енергопостачання та певні країни вже створюють чи планують створити жорсткі обмеження на встановлення систем газового опалення в нових будівлях, вимагаючи від власників або застосування теплових насосів, або ж підключення до систем централізованого теплопостачання, джерелом яких може бути як викопне паливо, так і ВДЕ [5]. Тобто, ключовою тенденцією є саме рішучий перехід до ВДЕ. Це не означає відмову від вивчення систем теплопостачання з використанням традиційного палива, але вказує на все більш нагальну потребу знань з ВДЕ для спеціалістів в сфері енергетики.

Таким чином, розширення застосування ВДЕ вимагає коригування наявних дисциплін для спеціалістів з напрямку «Теплогазопостачання і вентиляція» («ТГПіВ»). Зокрема, на даному етапі вивчення ВДЕ на прикладі навчальних програм КНУБА за напрямками «ТГПіВ» для рівня бакалавр «Теплові насоси та холодильні машини» [6] є вибірковою дисципліною. Так само, на рівні магістр розглянутої спеціальності [7] відсутні навчальні дисципліни, безпосередньо присвячені саме ВДЕ – їх вивчення є обмеженим лише курсами, які узагальнено розглядають використання енергоощадних технологій та енергоресурсозбереження або ж певні види ВДЕ вивчають в пов'язаних дисциплінах, як, наприклад, сонячні колектори при розгляді систем гарячого водопостачання (ГВП).

Таким чином, введення нових дисциплін з виокремленого вивчення ВДЕ потребує наявності додаткових навчальних годин. І в даному випадку значну роль може відіграти вивчення автоматизації процесів проектування системи теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики. На сьогодні активного застосування набувають програми, які значно полегшують процес проектування зазначених систем. Зокрема, це інформаційне моделювання будівель або скорочено BIM (*англ.* Building Information Modeling, *укр.* інформаційне моделювання будівель).

За допомогою застосування BIM спеціаліст може присвятити більше часу не розрахункам системи, які будуть провадитись автоматизовано, а обґрунтуванню рішень з енергоефективності та моделюванню енергоспоживання будівель. Зокрема, це може дозволити пришвидшити виконання курсових проєктів з таких дисциплін як «Опалення», «Вентиляція», «Кондиціонування повітря». Виконання таких робіт можливо було б поєднати з введенням додаткових дисциплін в сфері ВДЕ.

Розглянемо це на прикладі проєкту Drake Solar Landing Community [8], в якому переважна частка теплопостачання житлових будівель була забезпечена за рахунок використання сонячної енергії. Переважна частка теплопостачання з опалення будівель забезпечувалась за рахунок системи сезонного акумулювання сонячної енергії з використанням свердловин. Системи ГВП також використовували переважно сонячну енергію від сонячних колекторів для нагрівання води в теплий період року. В холодний період року додатково вводилась в дію система з використанням природного газу, але його споживання було на 90 % меншим, ніж в аналогічних будівлях, що використовували в якості джерела енергії виключно природний газ. В умовах дефіциту власне природного газу такі технологічні рішення можуть набути поширення в Україні. Проте впровадження таких рішень вимагає від спеціалістів високого рівня підготовки до їх практичного впровадження.

Моделювання роботи сезонного акумулятора могло б вивчатись в складі дисципліни «Геотермальне тепло- та холодопостачання». А в дисципліні «Сонячна енергетика» вивчалось би моделювання роботи та типи конструкцій сонячних колекторів. Вже існує програмне забезпечення для моделювання енергоспоживання будівель за відомих характеристик будівель, зміни клімату та обраного типу системи ВДЕ, зокрема програма TRNSYS.

Також в сфері опалення існує практичний запит на пошук оптимального розв'язку задачі балансу між загальною кількістю акумульованої теплоти за рахунок енергії вітру та теплоти, потрібної споживачам [9], отриманої внаслідок даної генерації. Ознайомлення з вирішенням такої задачі можливо було б у вибірковому курсі «Акумуляційне електроопалення при застосуванні вітроенергетики», що може стати в нагоді

фахівцю, який займатиметься організацією переходу теплопостачання населених пунктів, розташованих поблизу потужних вітрових електростанцій, з викопного палива на електроенергію від розташованих неподалік вітрових електростанцій.

Таким чином, є сенс у виокремленні вивчення ВДЕ з наявних дисциплін, що пов'язано з дедалі ширшим розповсюдженням ВДЕ та тим, що вони набувають статусу основного джерела тепло- та холодопостачання будівель. Це стане своєчасним кроком в оновленні сфери навчання для спеціалістів з ТГПіВ, аби фахівці мали навички, запит на які набуває та набуватиме все більшого та більшого попиту.

Висновки:

1. Оскільки в світі вже відбувається процес відмови від використання викопного палива, необхідним стає обов'язкове опанування спеціалістами ТГПіВ знань з ВДЕ на сучасному рівні. Особливо актуальною ця задача стає в часи повномасштабного вторгнення росії за підтримки білорусі в Україну, коли існує потреба в створенні альтернатив використанню викопного палива.

2. Підвищення рівня автоматизації проектування дозволяє пришвидшити роботу над виконанням курсових проєктів з профільних дисциплін, вивільнити час для більш розгорнутого вивчення ВДЕ та дозволить виконувати сучасні проєкти з використанням ВДЕ на рівні, який відповідає сучасним вимогам до практичного втілення проєктів.

3. Відновлювана енергетика є змішаним поняттям і тому існує потреба окремого огляду кожного типу ВДЕ та поєднання їх вивчення з традиційними дисциплінами для спеціалістів з ТГПіВ.

4. Хоча інтеграція ВДЕ в системи енергозабезпечення не є на даний час основним фахом спеціалістів з ТГПіВ, існує

значний запит на знання фахівців в цій сфері. Повсюдний перехід на ВДЕ, які мають власну специфіку розрахунку та особливості експлуатації потребуватиме відображення в навчальних програмах.

### Література:

1. Kavanaugh S., Rafferty, K. *Geothermal Heating and Cooling: Design of Ground-Source Heat Pump Systems*. Atlanta, Georgia : American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2014. P. 442.

2. Dodds, P.E. et al. *Hydrogen and fuel cell technologies for heating: A review*. Int. J. Hydrogen Energy, vol. 40, no. 5, Feb. 2015, pp. 2065–2083. doi : <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2014.11.059>

3. *Залежність від російського викопного палива має припинитися якомога швидше, – Франс Тіммеранс, віцепрезидент Єврокомісії* Url: <https://tsoua.com/news/zalezhnist-vid-rosijskogo-vykopnogo-palyva-maye-prypynytysya-yakomoga-shvydshe-frans-timmerans-viczeprezydent-yevrokomisiyi/> (дата звернення: 10.06.2022).

4. Werner S. *International review of district heating and cooling*. Energy, vol. 137, 2017, pp. 617-631. doi : <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.04.045>

5. Лисак, О.В. *Аналіз умов впровадження сезонного геотермального акумулювання в системах сонячного централізованого теплопостачання*. Відроджена енергетика, № 3 (66), 2021, С. 72-87. doi: [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2021.3\(66\).72-87](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2021.3(66).72-87)

6. *Освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання та вентиляція» першого бакалаврського рівня вищої освіти за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво»* URL:

<http://vstup.knuba.edu.ua/ukr/wp-content/uploads/2019/02/ОПП-бакалаври-ТВ.pdf> (дата звернення: 10.06.2022).

7. *Освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання та вентиляція» другого магістерського рівня вищої освіти за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво»* URL: <http://vstup.knuba.edu.ua/ukr/wp-content/uploads/2021/06/ОПП-маг-2020.pdf> (дата звернення: 10.06.2022).

8. Mesquita, L. et al *Drake Landing Solar Community: 10 Years of Operation*. IEA SHC International Conference on Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry, ISES Solar World Congress 2017, 2017, P. 12.

9. Sateriale, M.E. *Modeling and analysis of masonry electro-thermal heating and storage for optimal integration with remote stand-alone wind-diesel systems: Master's thesis*. University of Alaska Fairbanks, 2013. Url: <https://scholarworks.alaska.edu/handle/11122/4476> (дата звернення: 10.06.2022).