

ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКІВ В НОВОМУ МІСТЕЧКУ ДЛЯ ПЕРЕСЕЛЕНЦІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

Вступ. Розв'язання проблеми залежності від імпортованих енергоносіїв потребує комплексного підходу, тому в законодавчій базі України [1,2] передбачено заохочення широкого використання альтернативних та відновлювальних джерел енергії під час комплексної термомодернізації будівельного сектору та реконструкції інженерних мереж. Застосування теплових насосів (ТН) для опалення та гарячого водопостачання (ГВП) сприяє досягненню глобальних цілей сталого розвитку (№ 7 affordable and clean energy, № 8 decent work and economic growth; № 9 industry, innovation and infrastructure; № 13 climate action) та імплементації Європейської зеленої угоди. Країни Європи широко впроваджують теплові насоси в системах теплопостачання. Значного прогресу в цих питаннях досягли Швеція, Німеччина, Норвегія, Франція, Данія. Багато країн пропонують субсидії та податкові пільги для переходу на централізоване опалення з використанням ТН. У Швеції і Данії вже проведено подібні масштабні проекти, у Німеччині існує програма KfW, яка фінансує до 30% вартості. Однак в Україні це обладнання поки не знайшло широкого застосування, передусім, через його високу вартість. Державний стандарт [3], присвячений використанню теплових насосів дещо застарілий та не враховує сучасних реалій. Ситуація з ринком теплових насосів в Україні на даний момент залишає бажати кращого. Частка теплових насосів у системах опалення значно менша, ніж у європейських країнах. Це пов'язано з низкою чинників: високою вартістю обладнання; недостатньому рівню державної підтримки і державних програм; недостатній інформованості; високою інертністю в прийнятті рішень. Однак перспективи зростання цього сегмента ринку досить обнадійливі з кількох причин:

- політичний фактор: Україна прагне знизити залежність від імпорту енергоресурсів, а ТН є альтернативою традиційним джерелам енергії;
- економічний фактор: незважаючи на високі початкові витрати, ТН окупаються завдяки низьким експлуатаційним витратам та тривалому строку експлуатації;
- екологічний фактор: використання ТН дозволить покращити стан якості повітря, що є актуальною проблемою для багатьох міст в Україні, з урахуванням ринку квот на викиди CO₂ надає додаткові економічні вигоди;
- технологічний фактор: розвиток технологій призводить до появи на ринку більш ефективних, надійних і дешевих ТН;
- соціальний фактор: зростає обізнаність населення про необхідність економії енергоресурсів та використання екологічно чистих технологій, що стимулює попит;
- інтеграція з іншими джерелами, що робить систему більш економічно привабливою.

Мета роботи. Метою даного дослідження ефективності роботи теплових насосів для теплопостачання та ГВП будинків для переселенців, що проектуються, із визначенням техніко-економічних показників.

Матеріал і результати дослідження. Аналіз технічних та економічних показників при виборі сценаріїв комбінованої роботи теплового насоса та централізованого енергозабезпечення є актуальною задачею на сьогоднішній день. Впливовими параметрами в ухваленні рішення про встановлення теплового насоса є капітальні витрати та терміни окупності проекту. Питання економічної доцільності проектів з використанням ТН передусім залежить від правильності підбору потужності теплового насоса, об'єму теплоакумулювального бака та оптимізації режимів його використання.

Розробленню методики коректного підбору параметрів теплового насоса і моделюванню його роботи з урахуванням змінного COP та інших впливових параметрів присвячено дане дослідження. В ході дослідження було розроблено математичну модель, яка надає можливість розраховувати окупність теплового насоса за різних сценаріїв. За допомогою моделювання було виконано:

- оцінку зміни окупності проекту при виборі різної потужності ТН відповідно до різної частки

забезпечення тепловою енергією багатоквартирного будинку;

- розрахунок потужності ТН для забезпечення 100% потреб у гарячій воді влітку;
- розрахунок оптимального співвідношення між потужністю теплового насоса та об'ємом теплоакумулювального бака;
- розрахунок зміни вартості проекту залежно від параметрів термомодернізації/модернізації інженерних мереж.
- моделювання роботи теплового насоса з урахуванням динамічно змінюваного COP внаслідок зміни погодних умов, температури води в теплоакумулюючому баку, водорозбору, температурного графіка системи опалення.

Використання теплових насосів типу «грунт-вода» для автономного забезпечення житлового комплексу тепловою енергією – м. Хмельницький, містечко для переселенців.

Вхідні дані і припущення:

1. Об'єкт, що потребує опалення та ГВП - 10 житлових будинків, габаритами 25·14,7м², триповерхові, утеплені за сучасними нормами [4], 32 мешканці/будинок.
2. Теплове навантаження одного будинку на опалення - 33 кВт (при t_{p.o.}).
3. Споживання гарячої води прийнято 1,6 м³ в місяць на людину (соціальна норма).

Для гарантованого забезпечення нормативної температури виключно тепловими насосами, необхідно забезпечити потужність з урахуванням втрат в мережах - 400 кВт.

Техніко-економічні характеристики варіантів проекту наведено в таблицях 1 та 2.

Таблиця 1 – Технічні характеристики проекту:

Загальна потужність ТН, кВт	400
Необх. ел. потужність, кВт	140
<i>Параметри буріння</i>	
Загальна довжина скважин, м	5286
Кількість скважин	106
Відстань між скважинами, м	7,5
Площа ділянки для скважини, м ²	5963

Таблиця 2 – Фінансові характеристики проекту 1

<i>Проект 1: грунт – вода, автономно, без резервного джерела</i>		
<i>Показник</i>	<i>Радіатори</i>	<i>Тепла підлога</i>
Вартість електроенергії, грн/кВт·год	6,12	
Вартість природного газу, грн/м ³	18,5	
Вартість встановленої потужності ТН, \$/кВт	1500	
Інвестиції, грн	28 800 000	26 520 000
Річна витрата електричної енергії, кВт·год	233 362	198 757
Річна економія теплової енергії, кВт·год	1 015 066	1 238 675
Економія коштів, грн/рік	1 301 109	2 004 460
Проста окупність, років	14,30	8,65

Таблиця 3 – Фінансові характеристики проекту 2

<i>Проект 2: Грунт-вода, в комбінації з резервним джерелом</i>		
<i>Показник</i>	<i>Радіатори</i>	<i>Тепла підлога</i>
Вартість електроенергії, грн/кВт·год	6,12	
Вартість природного газу, грн/м. куб.	18,5	
Вартість встановленої потужності ТН, \$/кВт	1500	
Інвестиції, грн	18 600 000	17 340 000
Річна витрата електричної енергії, кВт·год	221 694	188 819
Річна економія теплової енергії, кВт·год	1 068 491	1 264 835
Економія коштів, грн/рік	1 369 589	2 016 447
Проста окупність, років	21,03	13,15

* Витрати на встановлення резервного джерела тепла не враховуються, курс 40 грн/\$.

** Проста окупність – розраховується з припущенням наявної газової котельні.

Використання теплових насосів типу «грунт-вода» - ефективний спосіб забезпечити автономне і економічне опалення для житла, при умові наявності достатньої площі ґрунту для буріння скважин і фінансових ресурсів. При цьому є наступні шляхи оптимізації проекту, які покращать економічні показники:

1. В якості резервного джерела можна розглядати газову котельню або більш простий спосіб - електроТЕНи. Це дозволить зменшити встановлену потужність теплового насосу, що скоротить інвестиційні витрати на 30-40%, і покращити економічні показники проекту. Але в той же час потребуватиме підведення додаткових мереж.

2. Використання "теплої підлоги" або сталевих радіаторів з розрахунку на зниження максимальної температури теплоносія до 55 °С або нижче – скорочує як інвестиційні, так і поточні витрати на електроенергію, оскільки ефективність роботи теплових насосів тим вища, тим нижча температура теплоносія в системі опалення.

3. Використання централізованої системи кондиціонування влітку - оптимальний варіант для ґрунтових теплових насосів.

Висновки: В ході дослідження в рамках магістерської дисертації проаналізовано європейський досвід і стратегії щодо впровадження ТН для житлово-комунального сектору, розглянуто перспективи розвитку ринку теплових насосів в Україні. Розроблено математичну модель та виконано моделювання параметрів роботи ТН для будівель, що проєктуються (із врахуванням діючих норм до теплотехнічних характеристик та низькотемпературною системою опалення); визначено техніко-економічні показники.

Список використаних джерел:

1. Закон України «Про теплопостачання» № 2633-IV, ред. від 31.03.2023, 2849-IX. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15#Text>
2. Закон України «Про енергетичну ефективність» №1818-IX, ред. від 27.07.2023, 3220-IX. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text>
3. ДСТУ Б В.2.5-44:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами (EN 154550:2007, MOD)
4. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель

References:

1. Law of Ukraine "On Heat Supply" No. 2633-IV, ed. dated 31.03.2023, 2849-IX. Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15#Text>.
2. Law of Ukraine "On Energy Efficiency" No. 1818-IX, ed. dated 07/27/2023, 3220-IX. Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text>.
3. DSTU B V.2.5-44:2010 Engineering equipment of buildings and structures. Design of building heating systems with heat pumps (EN 154550:2007, MOD)
4. DBN V.2.6-31:2021 Thermal insulation and energy efficiency of buildings