

Тепловий насос «повітря-вода» – інвестиція в енергозбереження

Є. Черкашин

Теплові насоси для опалення приміщення невпинно розповсюджуються світом, набуваючи популярності і в нашій країні. Серед багатьох технічних рішень ТН з первинним контуром (джерело відбору тепла), що працює від атмосферного повітря – став лідером серед споживачів. В чому полягають переваги повітряного ТН та на яку його ефективність можна розраховувати?



Зовнішнє повітря розглядається як джерело відновлюваної теплової енергії та має безперечну перевагу у порівнянні з іншими рішеннями, наприклад, з відбором тепла від ґрунту. Повітря доступне кожному без обмежень, відбір тепла від нього не потребує виконання складних і дорогих земляних робіт – буріння або закопування теплообмінника в землю. Для відбору тепла з повітря не потрібно додаткових дозволів, технічне обслуговування – зручне та недороге. ТН з відбором тепла із повітря може використовуватися в історичній забудові, в індивідуальних міських, позаміських та у багатоквартирних будинках тощо. Швидкий монтаж вже на етапі інвестування дає перевагу у порівнянні з іншими рішеннями. Головні питання, що виникають під час цього – а чи достатньо буде обраного ТН для того, щоб він був головним джерелом теплової енергії, та якої потужності (і відпо-

відних витрат) потребуватиме додаткове джерело тепла для подолання зимових температурних мінімумів?

Кліматичні зміни, що спостерігаються протягом кількох років, свідчать, що, наприклад, на широті м. Києва перебіг зимового періоду характеризується помірними температурами (середня температура опалювального сезону +7,4С°) з епізодичними та недовготривалими зниженнями до -15С°, дуже рідко – до -20С°. За таких умов повітряні ТН можуть бути основним джерелом теплової енергії із незначним періодом застосування додаткових опалювальних пристроїв.

Перевага зовнішнього повітря як джерела теплової енергії полягає в його необмеженій кількості, безкоштовності, доступності для всіх, а крім того – не потребує транспортування енергоносіїв (та пов'язаних з цим витрат).

ТН «повітря-вода»

Повітряний ТН не виробляє енергію, він передає та концентрує тепло, що вже міститься в зовнішньому середовищі, а в даному випадку – в повітрі. Власне ТН – це холодильник навпаки, тобто його можна розглядати як «транспорт» тепла. В цьому й полягає «секрет» ефективності ТН – завжди легше перемістити вже наявне, ніж виробити його заново. Отже, ТН забирає тепло від зовнішнього повітря та врешті передає його повітря, що мі-

ститься у будинку. Передачу такого тепла можна здійснити прямо – це виконують ТН, що працюють за схемою «повітря-повітря».

Поміркуймо. Розглянемо будинок із загальною площею 100 м, що має (орієнтовно) внутрішній об'єм 300 м. Це приблизно 300 кг повітря. Внутрішнє повітря має бути зі сталою температурою на рівні близько до +20С° (і вдень, і вночі). Тобто, для того, щоб мати комфортну постійну температуру, треба передавати тепло внутрішньому повітря у сталому, постійному режимі. Для ефективного нагрівання (з економічної точки зору) потрібно, щоб повітряний ТН так само продукував тепло у сталому режимі. Але у зовнішньому повітрі завжди є температурні відмінності – добові (день / ніч, щомісячні та сезонні). І це означає, що ТН повинен мати гігантський резерв потужності, тому що він розрахований на умови найгіршої комбінації температури ззовні та всередині, або просто змушений викидати вже отримане тепло даремно, чи більшу частину часу працювати в режимі найменшої потужності. Звичайно, це не вигідно – такий ТН та його експлуатація буде дорогою коштувати. Тому ТН «повітря-повітря» як правило не використовують у якості головного та єдиного джерела опалювання.

З огляду на природну нерівномірність температури зовнішнього джерела тепла (тобто повітря назовні) чи можна використовувати певний накопичувач – буфер – наприклад у вигляді бака з водою? Такий спосіб акумуляції енергії для подолання коливань у продукуванні тепла має чіткі фізичні підстави.

По-перше, питома щільність води приблизно в 1000 разів більша за питому щільність повітря (якщо відкинути залежність від температури та тиску). Тобто, за масою повітря в будинку (300 м³) буде еквівалентно 300 л води. По-друге, теплоємність води майже в 4 рази більша

за теплоємність повітря. За температури +20С° і за нормального атмосферного тиску питома теплоємність води дорівнює 4183 Дж/(кг·град), а повітря – лише 1005 Дж/(кг·град). Отже, за здатністю утримувати тепло 300 л води приблизно вчетверо кращі, ніж 300 м³ (~300 кг) повітря.

Якщо конструкція ТН дає можливість передавати теплову енергію із зовнішнього повітря безпосередньо в буферну ємність, що поєднана з циркулюючою водою у системі опалення будинку, а на додаток – із системою приготування гарячої води, то матимемо ТН за схемою «повітря-вода», чия здатність долати температурні коливання та продуктивність приготування теплоносія із потрібною температурою є значно кращі, ніж за схемою «по-

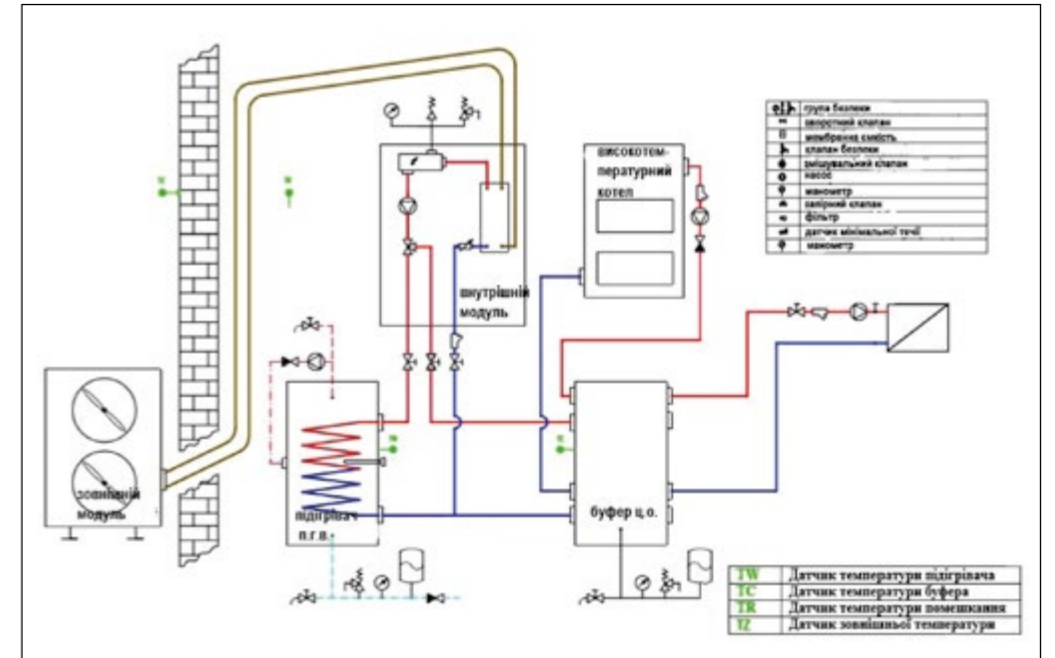


Рис. 1. Схема ТН «повітря-вода» з високотемпературним котлом та з одним контуром радіаторного опалення (без змішувача)

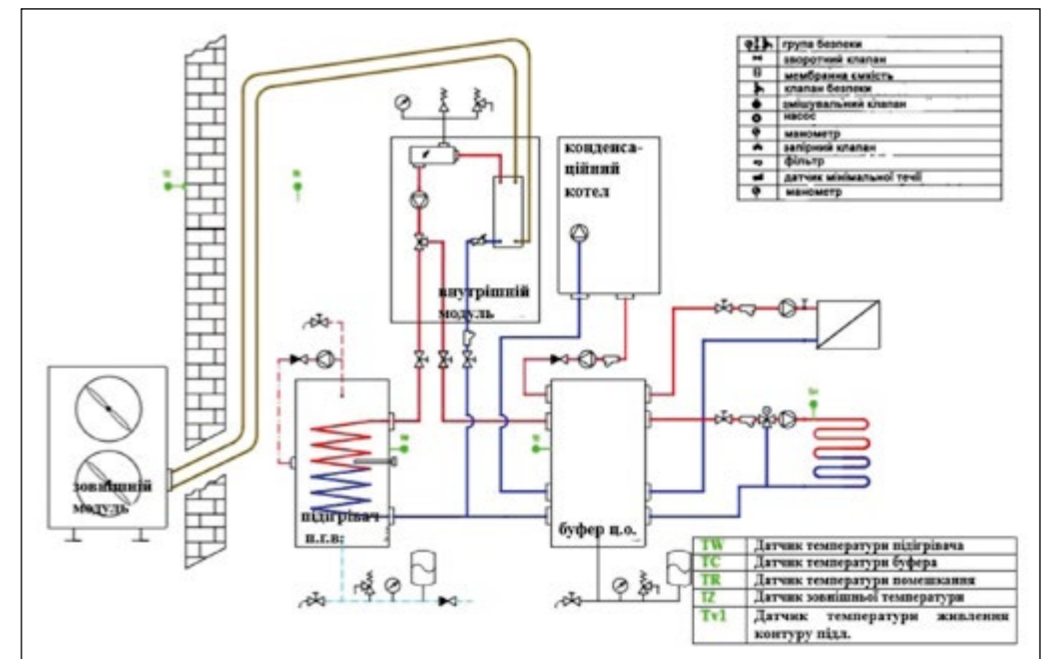


Рис. 2. Схема ТН «повітря-вода» з конденсаційним котлом

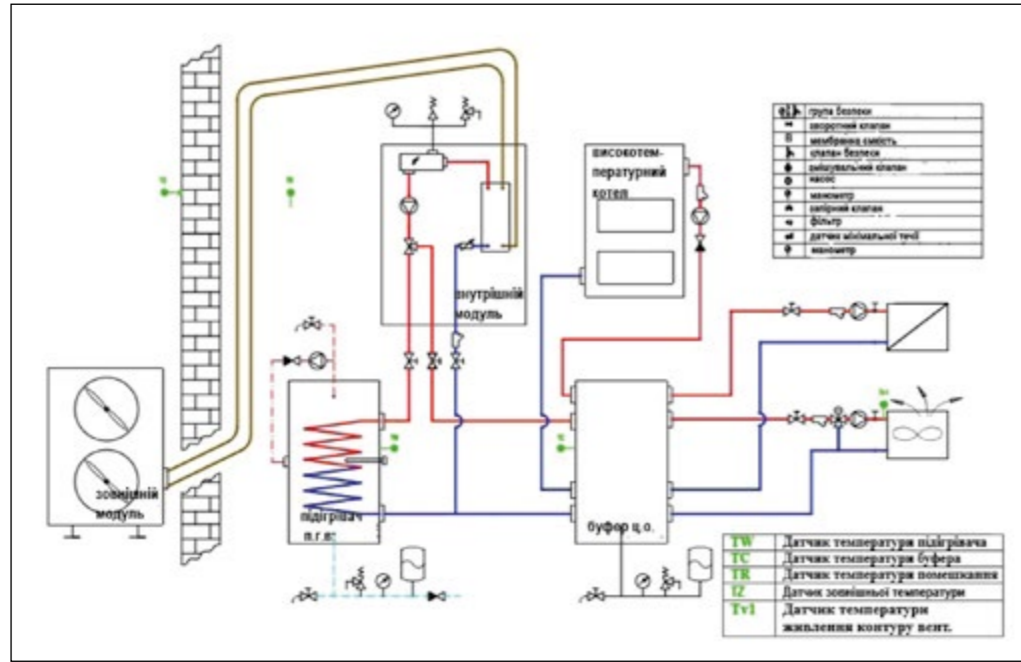


Рис. 3. Схема ТН «повітря-вода» з твердопаливним котлом, високотемпературним контуром радіатора, низькотемпературним контуром з фанкойлами та змішувачем

вітря-повітря». Це насамперед означає, що можна використовувати ТН із суттєво меншою номінальною потужністю, а отже – набагато дешевший. Вибір такого ТН слід проводити із врахуванням температурних графіків для опалювального сезону в даній місцевості.

ТН «повітря-вода» і додаткові джерела тепла

Давно розроблені і з успіхом практикуються різні схеми використання ТН «повітря-вода» з водяним буфером в поєднанні із різними генераторами тепла. Це можуть бути атмосферні або конденсаційні газові котли, твердопаливні котли, електродкотли та пристрої із додатковим електронагрівачем, що вбудований в водяний буфер тощо.

Передавання тепла до опалювальних пристроїв зазвичай розраховане на низькотемпературний режим (наприклад, на систему «тепла підлога»). Але існують схеми, які дозволяють приєднувати ТН «повітря-вода» до систем із високотемпературним обігрівом (радіаторне опалення), наприклад див. рис. 1.

Завдяки тому, що вихідний контур ТН містить окремий теплоносій (холодоагент), теплообмінник, що нагріває воду в буфері аж ніяк не змішується з водою та не потрапляє в систему нагрівання, тобто частина тепла від ТН може використовуватися також і для системи ГВП.

Додатково до радіаторних пристроїв, повітря може нагріватися від систем «теплих стін / підлоги», може підігріватися вентиляційне повітря, використовуватися фанкойли тощо. Головна відмінність ТН «повітря-вода» – завжди можна застосувати таку схему підключення до наявних генераторів тепла та системи опалення і ГВП, яка потребуватиме найменших змін, а отже – додаткових витрат при встановленні ТН.

Наприклад, на рис. 2, показана схема підключення ТН у індивідуальному будинку, в якому для опалення при модернізації використовується конденсаційний котел.

На рис. 3 показана схема роботи ТН «повітря-вода» з високотемпературним твердопаливним котлом та низькотемпературним контуром опалення, реалізованим на фанкойлах. Використання фанкойлів в тому числі дозволяє використовувати ТН влітку в оберненому режимі – для охолодження.

Розрахунки для оцінювання ефективності

Ефективність ТН потрібно завжди оцінювати із врахуванням місцевості та фактичних теплотреб для будинку, включно із тепловитратами для ГВП.

Наведений нижче прогноз споживання теплової енергії був розроблений для будівлі 100 м² на 4 особи з урахуванням експлуатаційних витрат ТН із додатковим електронагрівачем, вмонтованим у водяний бак. Також наведемо дані для актуальних метеорологічних умов м. Києва та дані для теплового насосу «повітря-вода» TweepTop EcoHeatComplex 09 S10, що були люб'язно надані дистриб'ютором даної техніки в Україні «СП УДТ».

Виходячи з даних розрахунків, що наведені в таблиці 1, можна зробити висновки, що, наприклад, зимою 2019-2020 р. з вказаним ТН можна було опалювати приміщення навіть без використання енергії від додаткових ТЕН, що вмонтовані в буферний бак.

Конструктивно ТН EcoHeat Complex виготовлений за технологією SPLIT. Це означає, що зовнішній модуль підключений до внутрішнього модуля через установку, наповнену «екологічним» холодоагентом R410A.

ТН EcoHeat Complex вилучає теплову енергію із зовнішнього повітря при температурі -25°C. Звичайно, зі зниженням зовнішньої температури власне споживання електроенергії на роботу ТН та вартість теплової одиниці, отриманої від ТН, зростає. Ефективною для роботи ТН визнано межу, що не нижча за -7,5°C, тобто, за нижчої зовнішньої температури для системи опалення доцільно залучати додаткове джерело отримання тепла.

Використання інвертора для управління компресором забезпечує плавне регулювання тепловіддачі насоса в залежності від поточної потреби в потужності, уникаючи при цьому частих зупинок і

Таблиця 1. Оцінка ефективності ТН «повітря-вода»

Теплові характеристики та розрахунки для теплового насосу «повітря-вода» TweepTop EcoHeatComplex 09 S10	Значення	Одиниця
Метеостанція для порівняння (розташування будівлі)		
Київ		
Середня мінімальна розрахункова температура ззовні	-18,5	°C
Середня температура опалювального сезону	+7,4	°C
Температура живлення опалювальної системи	+35	°C
Задана температура всередині будівлі	+20	°C
Опалювана площа будівлі	100	м ²
Теплова потужність системи опалення, якої потребує будівля	5,5	кВт
Теплова енергія системи опалення, якої потребує будівля	16 430	кВт•год/рік
У тому числі теплова енергія для виробництва побутової гарячої води (із розрахунку на 4 особи)	4 500	кВт•год/рік
Джерела надходження теплової енергії:		
Номінальна теплова ефективність (потужність нагрівання) ТН при параметрах А+7/Вт+35	10,1	кВт
Кількість теплової енергії, отриманої від ТН	16 380	кВт•год/рік
Необхідна потужність додаткового джерела тепла (електричний нагрівач)	5,5	кВт
Кількість теплової енергії, отриманої від додаткового джерела тепла	50	кВт•год/рік
Покриття попиту на тепло тепловим насосом	100	%
Споживання електроенергії:		
Приведена електроенергія, яка споживається тепловим насосом:	5 300	кВт•год/рік
Приведена електроенергія, яка споживається додатковими джерелами тепла:	50	кВт•год/рік
Теплова енергія, яка отримується із зовнішнього повітря:	11 080	кВт•год/рік
Приблизна вартість експлуатації теплового насоса протягом року*:		
Приблизна вартість електроенергії, яка споживається самим ТН:	8 904	Грн. / рік
Приблизна вартість електроенергії, яка споживається додатковим джерелом тепла:	84	Грн. / рік
* (розраховано за ставкою за 1,68 грн/кВт•год з ПДВ для однозонного побутового тарифу) Дані, що представлені для даного моделювання, прогноз споживання теплової енергії будівлею та експлуатаційні витрати теплового насоса EcoHeatComplex 09 S10 мають характер оцінювання. Фактичні значення параметрів залежать від конкретних теплових характеристик будівлі та від кліматичних параметрів в даному регіоні України		

запусків ТН. Це також збільшує термін експлуатації пристрою та зменшує енергоспоживання, забезпечуючи найвищі показники ККД.

Влітку даний тепловий насос дозволяє використовувати функцію охолодження для зниження температури в приміщенні.

Візуалізація енергоефективності

Нижченаведені графіки (див. рис. 4 та 5) демонструють, як змінюється поточна картина енерговитрат за місяцями року (метеоумови у м. Київ).

Порівняльні розрахунки, що приведені для однакових вихідних умов, показують, як співвідносяться енерговитрати на опалення та ГВП в залежності від типу опалювального пристрою та використаного енергоносія, див. рис. 6. Тут враховані середні ціни на роздрібному ринку для кінцевих споживачів станом на зиму 2020 р. (м. Київ та Київська область).

Треба окремо зазначити, що за даними розрахунків, наведених у таблиці 1, теплова енергія, що отримується із зовнішнього повітря, повністю, на всі 100%, покриває потреби у теплі для опалення. Тобто витрати на додаткове тепло від електронагрівача, власне, використовується на покриття потреб системи ГВП, що працює для споживачів у комфортному режимі за різної пори року.

Рис. 4–6 також демонструють, чому, власне, ТН віднесені до екологічних джерел енергії а також тих, які найменше впливають на оточуюче середовище. Якщо до того ж споживач має змогу використовувати електроенергію, що також була видобута із екологічного джерела (наприклад, на сонячних чи вітряних станціях), тоді, разом із економічною вигодою, використання ТН у всіх сенсах стає природоохоронним приладом.

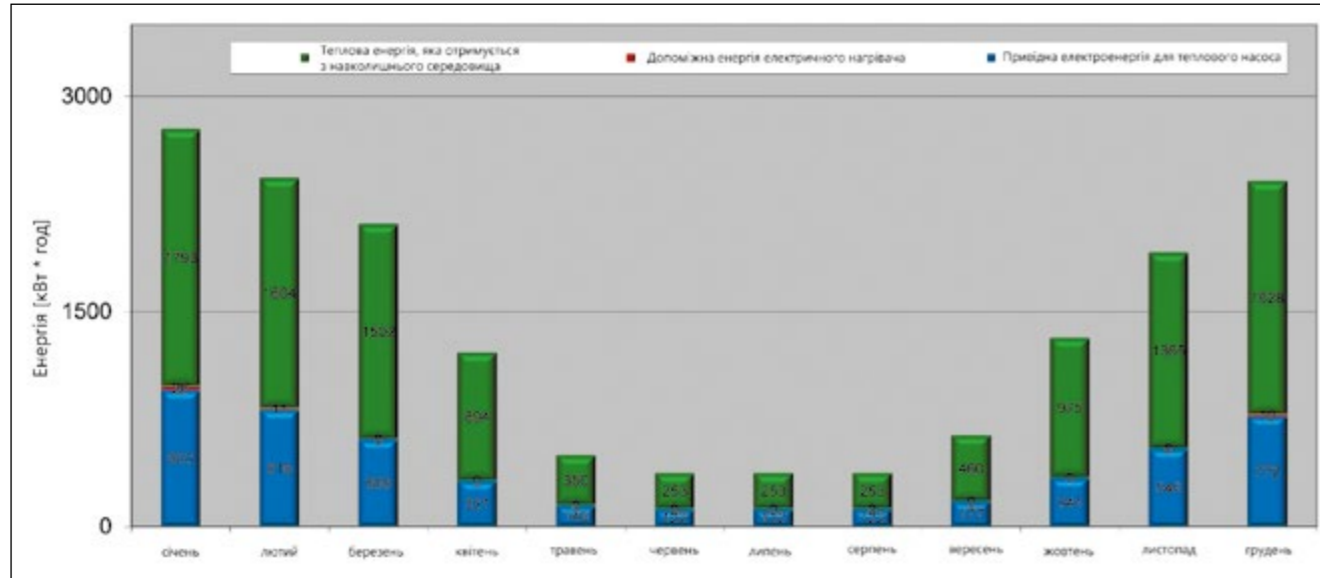


Рис. 4. Споживання енергії ТН «повітря-вода» з додатковим електронагрівачем за місяцями, кВт·год

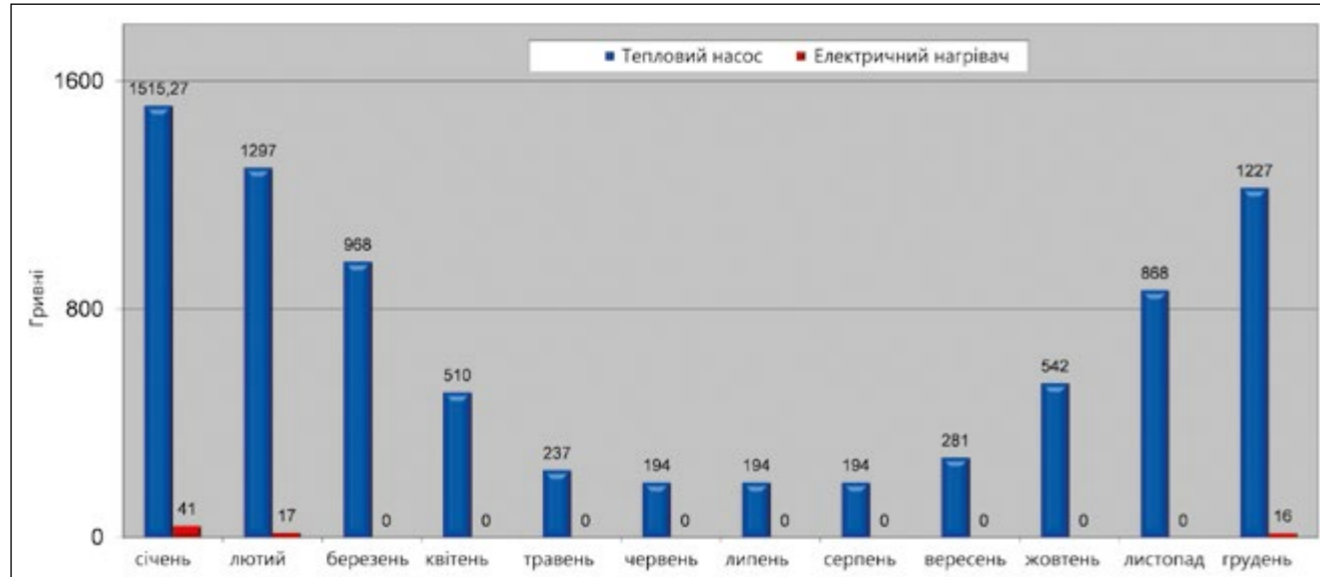


Рис. 5. Розподіл витрат на споживання енергії поміж ТН «повітря-вода» та додатковим нагрівачем за місяцями, грн

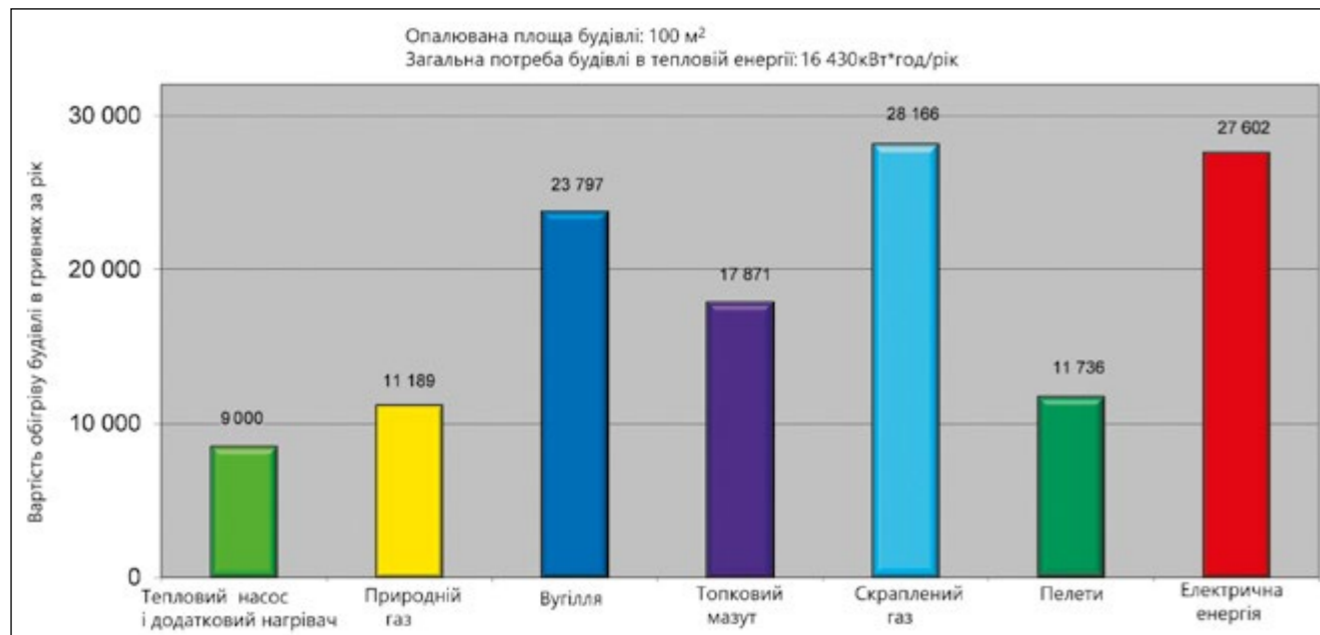


Рис. 6. Порівняння витрат на опалення та ГВП з використанням різних енергоносіїв