

Ефективні комбіновані системи теплопостачання житлової котеджної споруди

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній статті розглядаються проблеми енергоефективності та обмеженості традиційних джерел енергії. Пропонується використання альтернативних джерел енергії таких як тепловий насос та сонячний колектор. Виконується розрахунок ефективності заміни традиційних джерел енергії альтернативними.

Ключові слова: енергоефективність; невідновлювальні джерела енергії; енергія Сонця; тепловий насос.

Abstract

In this article the problems of energy efficiency and limitation of traditional resources are considered. The using of alternative types of resources such as heat pump and solar collector are offered. Calculation the effectiveness of replacing traditional energy sources are done.

Keywords: energy efficiency; non-renewable energy sources; solar energy; heat pump.

На сьогоднішній день актуальними є проблеми енергозбереження та енергоефективності. Енергоефективність – раціональне використання енергетичних ресурсів, досягнення економічно доцільної ефективності використання існуючих паливно-енергетичних ресурсів при дійсному рівні розвитку техніки та технології та дотриманні вимог до навколишнього середовища. Енергозбереження — це корисна, ефективна витрата енергії [1].

На сьогодні виникає необхідність у більшій кількості енергії, отримати яку за рахунок невідновлюваних джерел у недалекому майбутньому буде важко чи взагалі неможливо. Зараз перед енергетикою стоїть багато проблем, і найбільш гостра – проблема її джерел. На сьогоднішній день 6 млрд. чоловік на Землі споживають більше 12 млрд. кВт енергії за рік, тобто у середньому 2 кВт на людину. Ця енергія отримується за рахунок вугілля- 26%, нафти – 42 %, газу- 20%, гідроенергії- 4%, ядерної- 5%, інших джерел- 3%. Тобто біля 90% енергії отримується за рахунок органічних видів палива – нафти, вугілля, газу [2].

В Україні до 1990 року ціна на газ в Україні складала лише 7% від світового рівня цін. Це зумовлювало великі витрати природного газу. Варто порівняти показники видобутку нафти і газу в Україні в різні роки. Якщо в 1972 році було добуто 14,5 млн. тонн нафти, то в 2015 році – 2,8 млн. тонн в Україні.

Газу в 1972 році було добуто 60 млрд. м³ газу, а в 2015 році – 19 млрд. м³. Тому варто приділити увагу альтернативним джерелам енергії таким як енергія сонця, вітру, хвиль, Землі. Вони дозволять значно скоротити витрати на традиційні джерела енергії.

Найбільш динамічно за останні роки поширюється виробництво і впровадження фотоелектричних сонячних електроенергетичних установок та станцій. Більше 60% всіх потужностей, введених в експлуатацію в усьому світі на кінець 2015 року було додано протягом останніх трьох років. Всього у світі, загальна встановлена потужність фотоелектричних систем (станцій) досягла 222,3 ГВт [3].

Енергія сонця безпечна для довкілля, її можна виробляти поки світитиме Сонце. Використання сонячного випромінювання доцільне для вироблення теплової та електричної енергії й можливе на всій території України.

До переваг використання сонячної енергії можна віднести:

- сонячна енергія, є невичерпним ресурсом. Це означає, що ми не в страху виснаження її запасів. Хоча вона може зникнути за хмарами на мить, і недоступна в нічний час, але як правило потім повертається в повній силі.

- сонячна енергія не забруднює довкілля. На відміну від нафти, використання сонячної енергії не виділяє яких-небудь парникових газів, а також при виробленні її немає шкоди екології шляхом розливу або днопоглиблювальних робіт. Це, мабуть, одній з основних переваг використання сонячної енергії.

- енергія Сонця є безкоштовною. Після того, як сонячні батареї або сонячні теплові колектори встановлюються, немає електричних витрат, необхідних для їх живлення.

- сонячні колектори вимагають дуже малого обслуговування, в значній мірі тому немає рухомих частин, які мають бути збережені.

- вживання сонячної енергії наймовірне різностороннє: автомобілі, водонагрівачі, будівлі, електростанції, супутники.

- у віддалених районах, сонячна енергія може бути реалістичнішим варіантом енергії, ніж прокладення великих кількостей електричних дротів [4].

Середньорічна кількість сумарної енергії сонячного випромінювання, яка надходить щорічно на територію України, знаходиться в межах від 1 070 кВт·год/м. кв. в північній частині України до 1 400 кВт·год/м. кв. і вище в АР Крим [5].

Окрім енергії Сонця є можливість відбирати теплову енергію із землі, повітря або води за допомогою теплових насосів.

Переваги теплових насосів:

1. Економія:

- висока енергетична ефективність: 2/3 енергії отримуємо із землі, води або повітря;
- ефективний тепловий насос може скоротити затрати на опалення до 75%;
- мінімальні експлуатаційні витрати в порівнянні з іншими опалювальними системами.

2. Комфорт:

- комбіноване виробництво тепла та холоду в одній установці;
- повністю автоматична робота системи, яка не потребує постійної присутності людини;
- малі габарити та вага.

3. Надійність:

- тривалий термін служби без капітального ремонту (20—30 років).

4. Захист навколишнього середовища:

- екологічно чиста технологія;
- відсутні викиди в атмосферу шкідливих речовин [6].

Розглянемо ґрунтовий тепловий насос.

Ґрунт – це найбільш універсальне джерело розсіяного тепла. На глибині 5-7 м температура практично постійна протягом всього року. Для більшої території України вона складає 8-12°C.

Ґрунтовий колектор (горизонтальний) являє собою довгу трубу, горизонтально вкладену під шаром ґрунту. Головна перевага – універсальність та простота монтажу. Недолік – потрібна велика площа під ґрунтовий колектор – 25-50 м² на 1 кВт потужності геотермального теплового насоса [6].

Сонячно -теплонасосні системи теплопостачання використовують для:

- підвищення рівня експлуатаційного комфорту в місцях, де відсутні інші джерела енергії і немає вимог щодо кількості і параметрів теплової енергії, яку виробляють;
- зменшення обсягів споживання традиційних енергоресурсів. Оскільки СТСТ у силу періодичності її дії, як правило, не забезпечує повного покриття теплової потужності, її треба застосовувати разом з існуючим традиційним джерелом енергії (дублером), а рішення щодо доцільності застосування СТСТ приймають згідно з 8.1 зміни № 1 до СНиП 2.04.05 на основі техніко-економічного обґрунтування.

Проведемо порівняння для опалювального періоду газового котла і сонячно-теплонасосної системи.

Максимальне теплове навантаження на опалення будинку складає $Q_{max}=32,4 \text{ кВт/год}$.

Запишемо рівняння для визначення відносного сезонного теплового навантаження для середньої за опалювальний період температури зовнішнього повітря :

$$\bar{Q}_0 = \frac{Q_0}{Q'_0} = \frac{t_{в.р.} - t_n}{t_{в.р.} - t_{р.о.}},$$

де $t_{р.о.} = -21 \text{ }^\circ\text{C}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря;

$t_{в.} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$ - середня температура внутрішнього повітря;

$t_{н.с.} = -1,1 \text{ }^\circ\text{C}$ - середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря.

$$\bar{Q}_0 = \frac{21 - (-1,1)}{21 - (-21)} = 0,526.$$

$$Q_{опал}^{сез} = \bar{Q}_0 \cdot Q_{max}$$

$$Q_{опал}^{сез} = 0,526 \cdot 32400 \cdot 24 \cdot 189 = 77,3 \text{ (МВт)}$$

Максимальна споживана електрична потужність теплового насоса $N = 7,2 \text{ кВт}$, враховуючи, що при установці двотарифного лічильника ціна електроенергії менша, середня спожита потужність установки протягом сезону становитиме :

$$Q_{el}^{сез} = 0,526 \cdot 12 \cdot 189 \cdot 7,2 = 8589 \text{ ,кВт*год}$$

Розрахунок економічної ефективності СТК включає в себе визначення вартості електроенергії, необхідних для повного нагріву води без участі сонячного колектора, і їх економії при його сезонному використанні.

Розрахунок економії газу (м^3) за кожен місяць ведеться за наступною схемою:

$$B_{г} = f \frac{n \cdot Q_{\Sigma}}{q_{г} \cdot \eta_{гк}} = f \cdot B_{г.полн}$$

$$f = \frac{Q_c}{Q_{\Sigma}}$$

де f – ступінь заміщення палива за рахунок СК в покритті теплового навантаження);

Q_{Σ} – теплове сезонне навантаження системи ГВП, МДж :

$$Q_{\Sigma} = cm(T_{горл} - T_{холл}) \cdot n$$

де n - кількість днів розрахункового періоду.

Для неопалювального періоду теплове добове середнє навантаження системи ГВП становить:

$$Q_{\Sigma} = cm(T_{горл} - T_{холл}) = 4190 \cdot 200 \cdot (55 - 15) = 33,52 \text{ МДж}$$

Для опалювального періоду теплове добове середнє навантаження системи ГВП становить:

$$Q_{\Sigma} = cm(T_{горл} - T_{холл}) = 4190 \cdot 200 \cdot (55 - 8) = 36,034 \text{ МДж}$$

Проведемо порівняльне дослідження при забезпеченні сумарних енерговтрат будівлі при використанні електродкотла і системи СТСТ.

$$B_{э/э} = f \frac{n \cdot Q_n}{3600 \cdot \eta_{э/н}} = f \cdot B_{э/э.полн}$$

$$f = \frac{Q_c}{Q_\Sigma}$$

де Q_Σ – ступінь заміщення палива за рахунок СК в покритті теплового навантаження;

$\eta_{\text{ен}} = 0,9$ – ККД електрокотла;

$B_{\text{э/э,полн}}$ – витрата електроенергії при умові повного забезпечення без СТСТ.

Вартість 1 $\text{кВт}\cdot\text{год}$ електроенергії складає 0,9 грн. Тому вартість витраченої електроенергії буде дорівнює:

$$C_{\text{э/э}} = B_{\text{э/э}} \cdot C_{\text{1кВт}\cdot\text{ч}}$$

При порівняльному розрахунку слід враховувати, що коефіцієнт перетворення електричної енергії в тепло для обраного теплового насоса становить:

$$k = \frac{Q_{\text{тепл}}}{Q_{\text{ел}}}$$

Приймаємо $k = 4,51$ тобто, з однієї 1 $\text{кВт}\cdot\text{год}$ електричної енергії отримуємо 4,51 кВт теплової енергії.

Сума економії коштів для системи опалення складає:

$$C_{\text{оп}} = 30061,30 - 6012,50 = 24048,80 \text{ грн}$$

Сума економії коштів для системи ГВП складає:

$$C_{\text{гвп}} = 297,77 + 560,80 = 858,57 \text{ грн}$$

Загальні капіталовкладення на влаштування СТСТ становлять 309,017 тис. грн.

Термін окупності установки становитиме:

$$T = \frac{K}{C_{\text{ек}}} = \frac{309017}{24048,80 + 858,57} = 12,4 (\text{років})$$

Висновки

Отже, було розглянуто проблеми енергоефективності та обмеженості ресурсів. Було зроблено аналітичний огляд таких альтернативних джерел енергії як енергія Сонця та енергія землі. Було запропоновано використання альтернативних джерел енергії, а саме сонячно теплонасосної системи для системи тепlopостачання котеджу. Розраховано приблизну економію коштів та капіталовкладення на влаштування даної системи та пораховано термін окупності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. «Що таке енергоефективність?» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://kyivenergo.ua/shco_take_energoefektivnist
2. Скришевський В. А. «Що таке сонячна енергетика і чи потрібна вона сьогодні Україні» [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://iht.univ.kiev.ua/Ukraine-Solar-cells-article>
3. Трофименко О.О., Войтко С.В. Функціонування, стратегічний розвиток і регулювання відновлюваної енергетики/ О.О. Трофименко, С.В. Войтко. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу.: www.voytko.kpi.in.ua
4. «Сонячна енергія – наше майбутнє» [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу.: <http://solar.pp.ua/sonyachna-energiya-nashe-majbutnye.html>
5. «Енергія Сонця» [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу.: <http://saee.gov.ua/uk/ae/sunenergy>
6. «Тепловий насос» [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу.: <http://ecotown.com.ua/slovyk/teplovyy-nasos/>

Прилипко Олексій Олексійович, студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: alex_reus@i.ua

Коц Іван Васильович, кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем в будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: ivkots@i.ua

Prylypko Oleksii O., student, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, E-mail: alex_reus@i.ua

Kots Ivan V., Ph.D, professor of Heat and Gas Supply Department, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, E-mail: ivkots@i.ua