

ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСТКИ ТЕПЛООВОГО НАВАНТАЖЕННЯ, ЩО ЗАМІЩУЄТЬСЯ ЕНЕРГІЄЮ СОНЦЯ ТА ВІТРУ ДЛЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З КОМБІНОВАНИМ СОНЯЧНО-ЕЛЕКТРИЧНИМ ПОВІТРОПІДГРІВАЧЕМ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Розглянуто принцип розробки методики визначення частки теплового навантаження, що заміщується енергією сонця та вітру в залежності від технічних показників обладнання та кліматичних умов регіону використання системи теплопостачання з комбінованим сонячно-електричним повітропідгрівачем.

Ефективне використання геліосистем теплопостачання в Україні обмежено рядом факторів: кліматична неоднорідність території; відсутність сучасних науково-інженерних напрацювань; технологічна відсталість провідних галузей промисловості; багаторічна недолугість державної енергетичної політики. Для підвищення доцільності використання сонячної енергії для систем теплопостачання необхідним є збільшити частку теплового навантаження споживача, що заміщується нетрадиційними безкоштовними джерелами енергії. Одним з шляхів для збільшення частки заміщення – є поєднання потенціалів сонячної та вітрової енергії для систем теплопостачання.

Приклад такої системи теплопостачання наведено на рис. 1. Перетворення сонячної та електричної енергії (від вітрогенератора) у теплову відбувається у комбінованому сонячно-електричному повітропідгрівачу (КСЕП) [1]. Відомо, що перетворення електричної енергії у теплову супроводжується значними втратами ексергії [2], проте у випадку з вітрогенератором миттєве перетворення електроенергії в корисне тепло без доведення її до прийнятих параметрів (220В, 50 Гц) чи акумуляуванні є найбільш раціональним рішенням. Генератором теплоти у запропонованій системі є КСЕП 2. При недостатній енергетичній освітленості і швидкості вітру, абсорбер КСЕП догрівається за рахунок електромережі. При надмірному нагріві повітря направляється у акумулятор теплоти 5, заряджаючи його. В акумуляторі розташований випарник теплового насосу повітря-вода, що обслуговує систему гарячого водопостачання (ГВП), при роботі якого відбувається розрядка акумулятора. Регулювання потоків повітря здійснюється за рахунок заслінок з сервоприводами 3, керує якими оптимізатор 8. Загальне управління системою здійснює контролер 9.

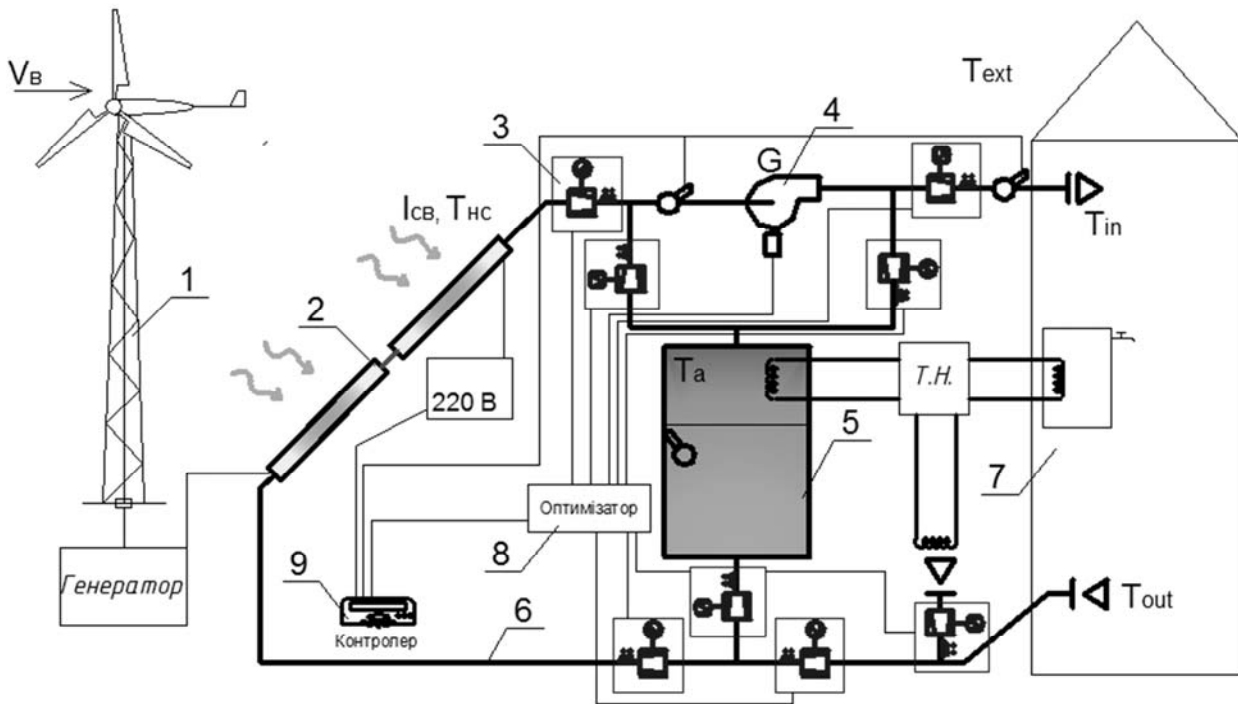


Рис. 1. Принципова схема системи теплопостачання з КСЕП (1-вітрогенератор, 2 – КСЕП, 3 – заслінки, 4 – вентилятор, 5 – акумулятор теплоти, 6 – повітровід, 7 – споживач, 8 – оптимізатор, 9 – контролер)

Для інженерного розрахунку системи теплопостачання з КСЕП основними енергетичними характеристиками є коефіцієнт заміщення $f_{зам}$ (частка теплового навантаження споживача покрита за рахунок енергії сонця та вітру), коефіцієнт корисної дії системи $\eta_{сис}$ та кількість зекономленого палива V . Безумовно головною характеристикою є $f_{зам}$, яка є визначальною для інших. По аналогії з відомим f -методом [3] для розробленої системи було введено безрозмірні параметри Z та J , які представляють собою відношення кількості поглинутого геліополем сонячного випромінювання і можливої виробки електроенергії вітрогенератором до теплового навантаження споживача за розрахунковий період [4]

$$Z = \frac{F_R \cdot A_{КСЕП} \cdot (\overline{\tau\alpha}) \cdot \overline{I_K} \cdot n}{E_{II}}, \quad (1)$$

$$J = \frac{\overline{\rho_{II}} \cdot \eta_{II} \cdot \xi \cdot A_{ВК} \cdot \overline{v_B^3} \cdot k_n \cdot n}{E_{II}}, \quad (2)$$

де: $A_{КСЕП}$ – площа геліополя, m^2 ; $\overline{\tau\alpha}$ – середній оптичний ККД КСЕП за розрахунковий період; $\overline{I_K}$ – середня інтенсивність сонячного випромінювання за розрахунковий період, $Вт/m^2$; n – кількість годин розрахункового періоду, год; E_{II} – теплове навантаження споживача за розрахунковий період, Дж; $\overline{\rho_{II}}$ – середня густина повітря за розрахунковий період, $кг/m^3$; $A_{ВК}$ – площа обдуву вітрового колеса, m^2 ; η_{II} – ККД вітрогенератора ($\eta_{II} \approx 0,85$); ξ – коефіцієнт використання вітру ($\xi \approx 0,4$); k_n – коефіцієнт, що залежить від висоти розміщення вітрового колеса.

Для кожного значення коефіцієнту f було вибрано два значення параметрів $Z_i J$, що розраховуються по формулам (1) та (2). В результаті для різноманітних періодів року зіставлено безліч двомірних таблиць, що мають вигляд як в табл.1 і відображують залежність коефіцієнту заміщення від параметрів Z та J [5].

Таблиця 1

Загальний вигляд двомірної таблиці, що показують залежність f від Z та J .

	Z_1	Z_2	Z_3	...	Z_k
J_1	f_{11}	f_{12}	f_{13}	...	f_{1k}
J_2	f_{21}	f_{22}	f_{23}	...	f_{2k}
J_3	f_{31}	f_{32}	f_{33}	...	f_{3k}
J_4	f_{41}	f_{42}	f_{43}	...	f_{4k}
...
J_n	f_{n1}	f_{n2}	f_{n3}	...	f_{nk}

На рисунку 2 показано графік залежності коефіцієнту заміщення від параметрів Z і J побудований для системи тепlopостачання з комбінованим сонячно-електричним повітропідігрівачем при кліматичних умовах Київської області.

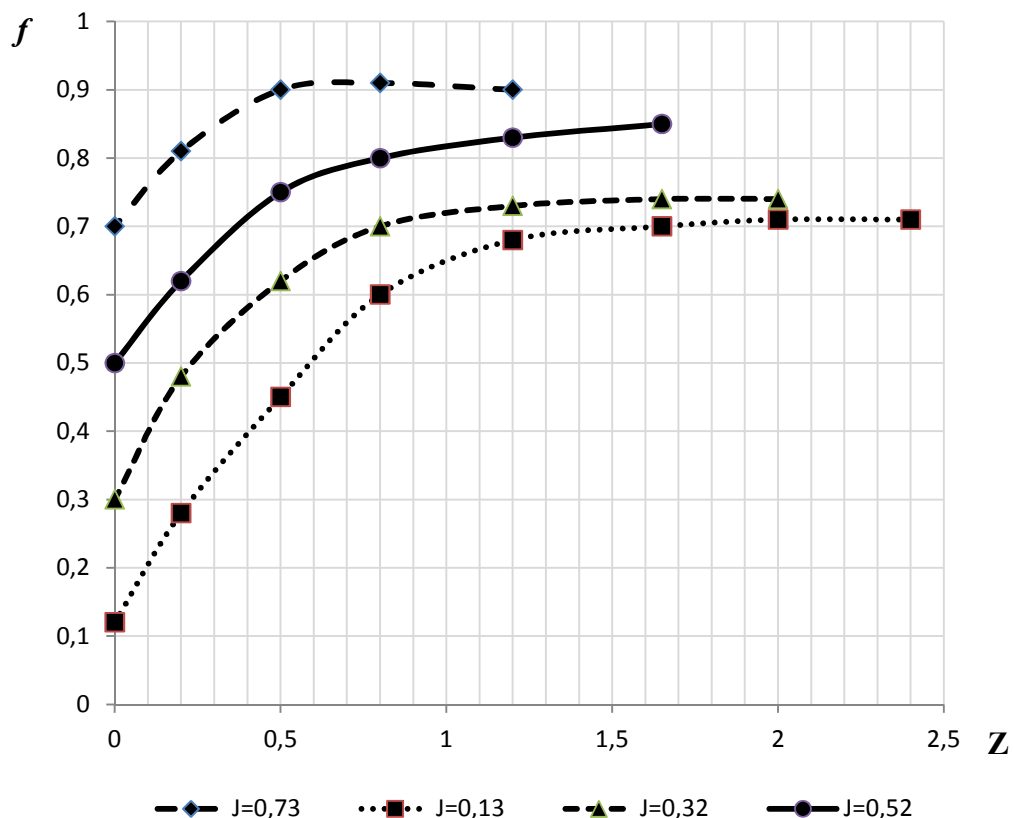


Рис. 1. Графік залежності коефіцієнту заміщення системи тепlopостачання с КСЕП від параметрів Z та J .

При подальших дослідженнях було встановлено, що значення коефіцієнту f достатньо добре апроксимуються рівнянням вигляду

$$f = c_1 + c_2 J - c_3 J^2 + (c_4 J - c_3) \exp(-(c_5 J^2 + c_6) \cdot Z), \quad (3)$$

де: c_n – коефіцієнти, що змінюються в залежності від пори року (табл.2) для конкретного природного регіону.

Таблиця 2

Значення коефіцієнтів a_n в залежності від періоду року для Київської обл.

Розрахунковий період	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6
Січень	0,43	0,61	0,42	0,22	$4 \cdot U_0^{-0,55}$	$3,4 \cdot U_0^{-0,55}$
Лютий	0,51	0,45	0,33	0,3	$4 \cdot U_0^{-0,42}$	$2,7 \cdot U_0^{-0,43}$
Березень	0,62	0,42	0,18	0,45	$4 \cdot U_0^{-0,24}$	$2,9 \cdot U_0^{-0,4}$
Квітень	0,85	0,25	0,12	0,78	$4,8 \cdot U_0^{-0,3}$	$2,2 \cdot U_0^{-0,35}$
Травень	0,87	0,15	0,06	0,84	$5 \cdot U_0^{-0,24}$	$2,3 \cdot U_0^{-0,26}$
Червень	0,97	0,13	0,07	0,84	$5,9 \cdot U_0^{-0,31}$	$1,7 \cdot U_0^{-0,23}$
Липень	0,88	0,1	0,03	0,85	$4,8 \cdot U_0^{-0,24}$	$1,4 \cdot U_0^{-0,2}$
Серпень	0,85	0,13	0,03	0,8	$4,7 \cdot U_0^{-0,22}$	$1,8 \cdot U_0^{-0,24}$
Вересень	0,77	0,33	0,15	0,68	$4,4 \cdot U_0^{-0,28}$	$2,3 \cdot U_0^{-0,34}$
Жовтень	0,58	0,55	0,2	0,5	$1,4 \cdot U_0^{-0,39}$	$2,7 \cdot U_0^{-0,34}$
Листопад	0,4	0,57	0,38	0,32	$5 \cdot U_0^{-0,48}$	$3,4 \cdot U_0^{-0,36}$
Грудень	0,27	0,42	0,42	0,23	$3,7 \cdot U_0^{-0,27}$	$3,2 \cdot U_0^{-0,52}$
Рік	0,73	0,43	0,18	0,59	$4,4 \cdot U_0^{-0,34}$	$2,4 \cdot U_0^{-0,35}$

Величина U_0 , що входить в коефіцієнт c_5 та c_6 відображає теплотехнічну досконалість сонячного повітропідігрівача і визначається з формули [6]

$$U_0 = \frac{U_L}{(\tau\alpha)}, \quad (4)$$

де: U_L – коефіцієнт теплових втрат сонячного повітропідігрівача, Вт/(м²К).

Отже в основу розрахунку системи теплопостачання з комбінованим сонячно-електричним повітропідігрівачем лягає залежність (3), за допомогою якої можна розв'язувати пряму та обернену задачу розрахунку системи теплопостачання з КСЕП. Пряма задача: при відомих технічних характеристиках системи і для певного розрахункового періоду визначаються параметри Z та J , після чого обчислюється коефіцієнт заміщення теплового навантаження споживача енергією сонця та вітру. Обернена задача: визначення необхідної площі геліополя КСЕП та обдуваної площі вітроколеса для забезпечення заданого коефіцієнту заміщення f за розрахунковий період.

Література

1. Пасічник П. О. Сонячно-електричний повітряний тепловий колектор / П. О. Пасічник // Патент України на корисну модель №97541 від 25.03.2015 р., Бюл. №6.

2. *Бродянский В. М.* Эксергетический метод и его приложения / *В. М. Бродянский, В. Фратшер, К. Михалек* // Энергоатомиздат. – М. : Энергоатомиздат, 1988 г. – 294 с.

3. *Бекман У. и др.* Расчет систем солнечного теплоснабжения / Пер. С англ. – Москва : Энергоиздат, 1982. – 80 с.

4. *Шерьязов С. К.* Совершенствование метода расчета теплоэнергетической системы, основанной на солнечной и ветровой энергии / *С. К. Шерьязов, Р. А. Ахметжанов* // Вестник ЧГАУ, – Челябинск, 2005, т. 44, с.143–146.

5. *Ахметжанов Р. А.* Повышение эффективности использования солнечной и ветровой энергии для теплоснабжения сельско-хозяйственных потребителей / *Р. А. Ахметжанов* // Автореферат дис....канд.техн.наук: 05.20.02., Челябинск, 2005. – 20 с.

6. *Валов М. И., Казанджан Б. И.* Использование солнечной энергии в системах теплоснабжения / *М. И. Валов, Б. И. Казанджан* // Монография. – М. : Изд-во МЭИ, 1991. – 140 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЛИ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ ЗАМЕЩАЕМОЙ ЭНЕРГИЕЙ СОЛНЦА И ВЕТРА ДЛЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С КОМБИНИРОВАННЫМ СОЛНЕЧНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЕМ

Прыймак А. В., Пасечник П. А., Билан Р. В., Нагорный А. С.

Рассмотрено принцип разработки методики определения доли тепловой нагрузки замещаемой энергией солнца и ветра в зависимости от технических показателей оборудования и климатических условий региона использования системы теплоснабжения с комбинированным солнечно-электрическим воздухоподогревателем.

DETERMINATION OF SHARE HEAT VOLUME REPLACES SOLAR AND WIND FOR HEATING SYSTEM WITH COMBINED SOLAR- ELECTRIC AIR HEATER

A. Priymak, P. Pasichnik, R. Bilan, A. Nagorniy

The principles of the development of methods for determining the proportion of the heat volume of the replaced solar and wind energy, depending on the technical parameters of the equipment and the climatic conditions of the region use the heating system with a combined solar-electric air heater.