

АНАЛІЗ РОЗРАХУНКОВИХ ПАРАМЕТРІВ ЗОВНІШНЬОГО ПОВІТРЯ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Шовкалюк М.М., Войналович Н.О., Войналович О.О.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
м. Київ, Україна

АНОТАЦІЯ: Проведено аналіз норм розрахункових параметрів зовнішнього повітря та надані рекомендації щодо їх вибору при визначенні потужності базового та пікового джерел енергії

АННОТАЦИЯ: Проведен анализ норм расчетных параметров наружного воздуха и даны рекомендации их выбора при определении мощности базового и пикового источников энергии

ABSTRACT: Analysis of norms calculated parameters of air and recommendations for their selection in determining the power base and peak energy is carried out.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: температура, зовнішнє повітря, теплопостачання, градусо-доби.

Стандарт [1] містить кліматичні параметри для вирішення багатьох завдань з проектування енергоефективних будівель. До цього в Україні діяв СНиП [2], розроблений ще у 1982 р. Прийнятий в Росії СНиП [3] та довідкові посібники до нього також містять стандартні погодні дані для усіх міст України, проте для розрахунків систем теплопостачання та вентиляції потрібно керуватися новим ДСТУ-Н, як це передбачає новий ДБН [4]. Розроблені в Росії як Міждержавні будівельні норми МСН 2.04-01-98 «Будівельна кліматологія» в Україні не були введені в дію в зв'язку з відсутністю ряду кліматичних показників, необхідних проектувальникам.

Завданням даного дослідження є порівняльний аналіз розрахункових параметрів для проектування опалення і вентиляції і введених змін, а також розробка рекомендацій щодо обґрунтування розрахункової температури зовнішнього повітря при виборі потужності базового джерела теплоти з використанням нетрадиційних видів енергії.

Аналіз температур повітря найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92 (тобто розрахункової температури на опалення) показав, вона майже для всіх міст залишилася незмінною, але для міст Сімферополь, Донецьк, Запоріжжя, Тернопіль підвищилася на 1°C, а для міст Дніпропетровськ та Суми, навпаки, знизилася на 1°C до -24°C та -25°C відповідно. Ці нові дані співпадають з даними, наведеними в [2]. Потрібно зауважити, що автори ДБН [4] вилучили розрахункові параметри зовнішнього повітря, які раніше наводилися в СНиП, на заміну якого приймається новий стандарт. Для усіх міст підвищилися середньорічні розрахункові температури і знизилася тривалість опалювального періоду (ОП) з середньодобовою температурою $t_{\text{зовн}} \leq 10^\circ\text{C}$ – для дитячих садочків, лікарень і подібних об'єктів та ОП з $t_{\text{зовн}} \leq 8^\circ\text{C}$ – для інших будівель. Крім того, новий ДСТУ-Н наводить дані для періоду з $t_{\text{зовн}} \geq 21^\circ\text{C}$, а такої інформації в російському стандарті немає. Проведений аналіз показав, що

середньомісячні температури зовнішнього повітря підвищилися для усіх міст України, причому найбільше для лютого місяця - на $1,8^{\circ}\text{C}$ для міст Суми, Донецьк, Харків; на $1,7^{\circ}\text{C}$ – для м. Полтава; на $1,6^{\circ}\text{C}$ – для міст Черкаси, Запоріжжя, Київ.

Дані щодо погодних умов є вихідними параметрами різних завдань проектування, в тому числі і для вибору різних джерел енергії для будівель з метою зниження їх енергоємності. Нестача кліматичних параметрів призводить до невірних висновків при вирішенні різних задач. В українських нормах відсутні стандартні дані щодо повторюваності (або кількості годин стояння) температур, але вони необхідні для вибору потужності основного та пікового джерела енергії. Така інформація для міст України наведена в російському СНіП [3] з кроком у 2°C та у довідниках [5], проте для проектувальників ці дані носять лише інформативний характер, до того вони досить суттєво різняться (рис.1).

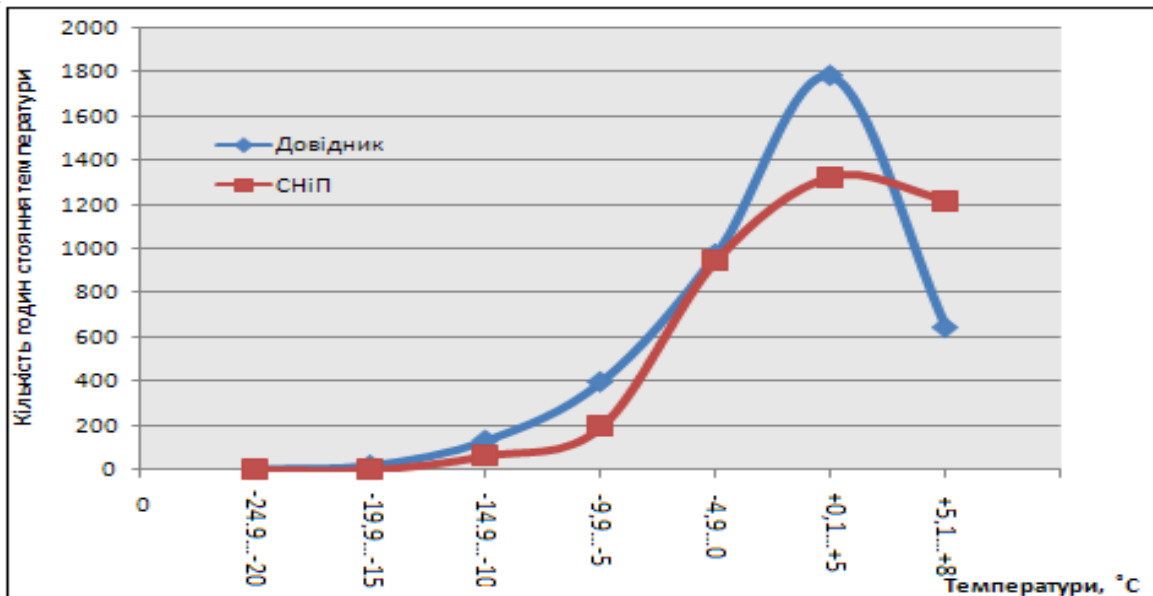


Рис. 1 Порівняння даних повторюваності температур зовнішнього повітря (на прикладі м. Одеса)

Згідно ЗУ «Про теплопостачання» при розробці, удосконаленні та оптимізації схем теплопостачання міст державна політика передбачає пріоритетне використання нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії. Проте великим недоліком таких джерел енергії є високі капітальні витрати, тому доцільним є створення комбінованих систем, які включають пікові джерела та базові елементи для забезпечення опалення до настання тих температур, нижче яких частота стояння значно знижується.

Нами досліджені дані Укргідрометеоцентру та проведений аналіз добових, середньомісячних температур зовнішнього повітря та їх змін за 15 років (1996-2010р.р.) на прикладі м. Києва. Середньодобові значення температур за декілька років сортувались за величиною, після чого проводився розрахунок відносної частоти стояння кожної з середньодобових температур протягом середньостатистичного ОП. Аналіз графіків показав, що біля 15 % ОП утримується температура вища, ніж 8°C , що вказує на можливості енергозбереження при правильному регулюванні навантаження. Зовнішня температура нижче мінус 1°C утримується протягом більше третини ОП, а температура мінус 22°C , на яку за нормами проектується обладнання системи опалення, утримується протягом декількох годин (або 0,5% днів), тобто можливості його повністю будуть використовуватись лише один день на рік в середньому. Тому

доцільним є створення комбінованих систем, які включають базові елементи для забезпечення опалення до настання тих температур, нижче яких частота стояння знижується. Дослідження показало, що для умов м. Києва це -1°C , що є близьким значенням до середньої температури ОП (рис. 2). Період стояння середньодобової температури від -5°C та вище становить основну частину (80%) середньостатистичного опалювального сезону.



Рис. 2. Вірогідність середньодобової температури ОП у м. Києві

Інтегральний графік, побудований для м. Києва (рис. 3), показує: якщо опалювальне навантаження забезпечується двома джерелами, одне з яких має продуктивність, що дорівнює 60% від максимальної, а інше – 40%, то перше може забезпечити 94% річної кількості теплоти, а друге – тільки 6%.

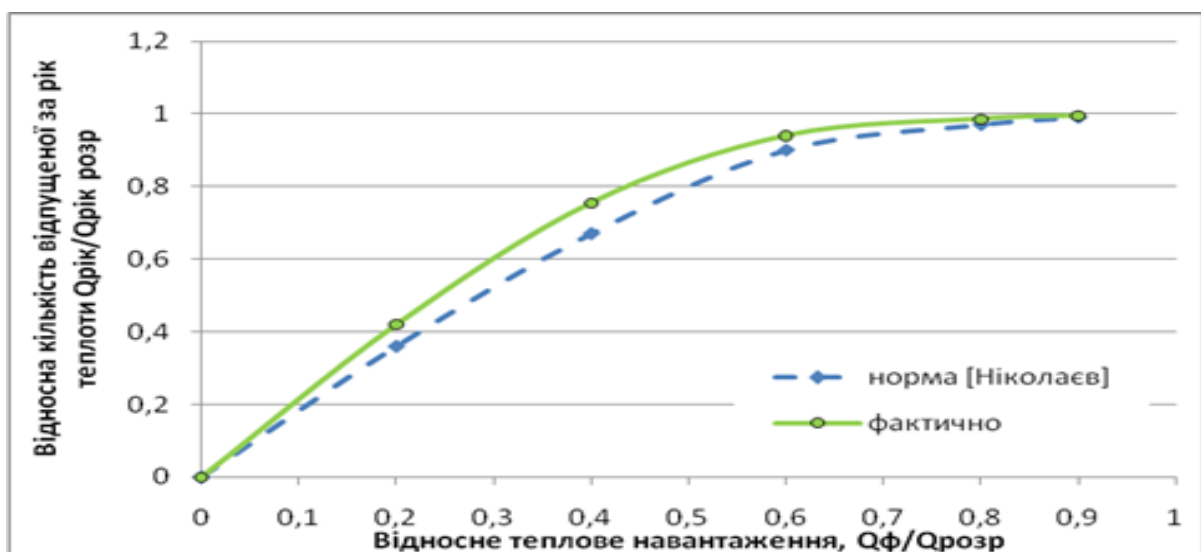


Рис. 3. Побудова інтегрального графіку навантаження на опалення

Обираючи основне джерело теплоенергії, що має продуктивність 80% від максимальної, можемо забезпечити до 99% виробництва річної кількості теплової енергії. При використанні інтегрального графіку, побудованого за даними [6], похибка може складати до 8%, а це може призвести до суттєвих відхилень в результатах при визначенні техніко-економічних показників джерел теплоти.

Для можливості уніфікації доцільним буде введення рекомендації застосування розрахункових температур $t_{c.o}$, $t_{x.m}$ (середню температуру ОП та холодного місяця відповідно) під час вибору варіантів та потужності основного та пікових джерел теплової енергії.

Натомість в новому ДСТУ наведені стандартні терміни початку і закінчення опалювального сезону, що може використовуватись при виконанні подібних техніко-економічних обґрунтувань. В нормативах відсутні середні температури ОП для перехідних місяців (квітень, жовтень), але наведення подібних стандартних даних буде доцільним для можливості порівняльних оцінок різних джерел теплоти.

Відсутні дані щодо стандартної кількості градусо-днів ОП для міст України, хоча існують різні методики щодо підрахунку їх кількості: $ГД=(t_{en}-t_3)n_o$, або $ГД = \sum_{j=1}^m (t_{en} - t_{3j}) \cdot K_{обj}$, або детально $ГД = \sum_{k=1}^{n_0} (t_{en} - t_{3k})$, де j – місяць ОП; t_{en} - температура внутрішнього повітря згідно призначення будівлі; t_{3j} - температура зовнішнього повітря середня для місяця j ; m - кількість місяців; $K_{обj}$ - кількість днів ОП в місяці j ; n_0 - тривалість ОП; k – день ОП; t_{3k} - середня температура зовнішнього повітря для кожного дня k ОП. Аналітичний вираз ГД ОП запропоновано в [8]:

$$ГД = \frac{n_o}{2a} \ln \left(\frac{1 + \exp(2a(t_{en} - t_m))}{1 + \exp(2a(t_{min} - t_m))} \right), \quad (1)$$

де $a=c/S_d$; c – константа, яка характерна для певного району (звичайно дорівнює одиниці);

S_d – стандартне відхилення середньодобової температури;

t_{en} – базова температура в приміщенні;

t_m, t_{min} – середньодобова та мінімальна зовнішня температура періоду.

Західний підхід під час визначення кількості ГД за місяць передбачає врахування щоденних середніх значень між максимальною та мінімальною температурою за день (метод Eurostat). Північно-американський метод обчислення передбачає розрахунок кількості ГД через середньодобову зовнішню температуру. Дослідження закордонних авторів [7] показують, що різниця в підрахунках за цим методом та за методом розрахунку на основі щогодинних вимірів температур є невеликою. В багатьох країнах введено поняття «ГД обігрівання», що розраховуються для усіх місяців року з урахуванням граничної середньодобової температури, коли починається обігрів приміщення; наприклад, для Польщі і Німеччини ця температура складає 15°C, а для Швейцарії – 12°C. В якості базової внутрішньої температури приймаються: США – 18,3°C, Канаді – 18°C, в Європі найчастіше 18°C, у Великобританії – 18,5; 15,5 та 10°C, Данія і Швеція – 17°C. Для нових будинків базові температури приймаються нижчими, на рівні від 10°C до 15°C, тому що побутові надходження істотно допомагають обігріву приміщень. Фактичні ГД для певних базових температур публікуються в засобах масової інформації. В Україні подібна статистична інформація в офіційних джерелах відсутня, а аналіз фактичних даних не проводиться, тому техніко-економічні обґрунтування під час впровадження енергозберігаючих проектів часто проводять для різних погодних умов, отриманих з мережі Internet, що не дозволяє адекватно оцінювати результати. Проведене

дослідження з використанням фактичних даних показало, що різниця за один і той же місяць може складати 270 ГД за два послідовних роки, а коливання кількості ГД за певний місяць може призвести до відхилення в кількості теплоти на опалення в розмірі 60%. Проведений аналіз амплітуди коливань температур повітря за кожен день місяця показав, що споживання теплоти на опалення будівлею за день внаслідок такого впливу може відрізнятись більше ніж в три рази за два послідовних роки, що вказує на обов'язковість врахування погодних умов при проведенні моніторингу теплоспоживання. Розмах температур за останні роки суттєво відрізняється від нормативних величин, обчислених через $t_{c.o.}$ в бік підвищення коливань, це створює передумови до широкого використання засобів місцевого регулювання подачі теплоносія.

Також проведене дослідження впливу методу підрахунку ГД на клас енергоефективності згідно діючої методики [9]. Розрахунки проводилися для сучасної 22-поверхової житлової будівлі для температурних умов різних міст в межах однієї температурної зони при двох значеннях кількості ГД ОП: для відповідної зони та нормативне для певного міста. Дослідження показали, що відхилення результатів можуть бути і в більшу, і в меншу сторону, а це призводить до того, що будівля матиме вищий або нижчий клас, що впливатиме на прийняття інженерних рішень щодо конструкції будівлі. Потрібно відмітити, що при розрахунку теплонадходжень від сонця за ОП згідно норм [9] приймаються стандартні дані для різних міст з орієнтацією по сторонах світу, проте вплив температурних умов в межах певної температурної зони не приймається до уваги. Доцільним буде введення рекомендації врахування нормативної кількості ГД ОП для певного міста, а не стандартних значень для температурної зони, особливо враховуючи введені зміни до ДБН «Теплова ізоляція будівель» щодо впровадження двох зон замість чотирьох.

На відміну від попереднього СНиП [2], в новому ДСТУ [1] наведені стандартні дані щодо надходження сонячної радіації за кожен місяць та за ОП на горизонтальну та вертикальну поверхні (по сторонах світу) для різних міст, а також надходження прямої та розсіяної сонячної радіації у Вт/м² протягом доби погодинно. Це дуже важливі вихідні параметри для розрахунків ефективності роботи джерел теплоти з використанням енергії сонця, які раніше обиралися за даними з інтернет-ресурсів, часто за один попередній рік, що могло призводити до помилок результатів техніко-економічного обґрунтування. Для розрахунків систем вентиляції та кондиціонування важливим параметром є середньомісячна вологість повітря, яка в новій редакції стандарту наведена, на відміну від попереднього.

ЛІТЕРАТУРА

1. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2011. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 131 с.
2. Строительная климатология и геофизика: СНиП 2.01.01-82. - М.: Госстрой СССР, 1983. – 136 с.
3. Строительная климатология: СНиП 23-01-99. - М.: Госстрой РФ, 1999.
4. Опалення, вентиляція, кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. - К.: Мінрегіонбуд, 2013. – 150 с.
5. Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житлово-комунального господарства України; під. ред. В.М.Беленького. - Луганськ, Місячне сяйво, 2009. - 680 с.
6. Проектирование тепловых сетей: справочник проектировщика; под. ред. А.А. Николаева. – М.: Стройиздат, 1965. – 359 с.
7. Degree-days: theory and application TM41:2006/ The Chartered Institution of Building services Engineers 222 Balham High Road, London SW129BS.
8. V. Martinaitis, D.Biekša, V.Miseviciute. Degree-days for the exergy analysis of buildings, Energy and Buildings 42 (2010). - P. 1063-1069.
9. Настанова з розроблення та складання енергопаспорта будинків при новому будівництві та реконструкції: ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007.

Стаття надійшла до редакції 15.02.2013 р.