

АНАЛІТИЧНІ ЗАЛЕЖНОСТІ ПОТУЖНОСТЕЙ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ВІД ПАРАМЕТРІВ СЕРЕДОВИЩА ТА ТЕПЛОНОСІЯ

Булгаков О. В., Махотіло К. В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Енергоефективні системи опалення на базі теплових насосів (ТН), на відміну від традиційних систем вимагають особливого підходу до підбору основного обладнання. Характеристики теплопродуктивності та енергоефективності ТН є нелінійними та суттєво залежать від різниці ентальпій середовища, яке виступає в якості джерела теплової енергії (повітря, ґрунту та ін.) та температури теплоносія. Для спрощення процесу підбору обладнання необхідно побудувати аналітичні залежності, що пов'язують енергетичні характеристики ТН з параметрами середовища та теплоносія. В узагальненому виді вона може бути представлена наступним виразом:

$$(H_c, P_i) = F(T_a, T_o) \quad (1)$$

де H_c – максимальна теплопродуктивність ТН в даному режимі роботи (кВт);
 P_i – споживана електрична потужність ТН в даному режимі роботи (кВт);
 T_a – температура зовнішнього повітря за вологим термометром (°С);
 T_o – температура теплоносія на виході ТН (°С).

Як вхідні дані для ідентифікації моделі (1) були взяті результати випробувань шести ТН «повітря-вода» одного модельного ряду номінальною тепловою потужністю від 4 до 16 кВт. Всі дані про потужність для кожного ТН були переведені у відносні величини шляхом приведення до параметрів номінального режиму. За номінальний режим було прийнято $T_a = 7^\circ\text{C}$, $T_o = 35^\circ\text{C}$. Для отримання залежності (1) запропоновано послідовну по координатну апроксимацію. Для кожного режиму у діапазоні $T_a \in [-20; +20]$, °С та $T_o \in [+30; +55]$, °С були побудовані графіки H_c ($T_a = \text{const}$, T_o) та P_i ($T_a = \text{const}$, T_o) та їх поліноміальні апроксимації першого порядку $H_c = a_1^{H_c} T_o + a_0^{H_c}$; $P_i = a_1^{P_i} T_o + a_0^{P_i}$.

Далі отримані коефіцієнти апроксимуючого поліному, $a_1^{H_c}$, $a_0^{H_c}$, $a_1^{P_i}$, $a_0^{P_i}$ були представлені в залежності від зовнішньої температури T_a та побудовані їх поліноміальні апроксимації першого порядку $a_1^{H_c} = a_{11}^{H_c} T_a + a_{10}^{H_c}$; $a_0^{H_c} = a_{01}^{H_c} T_a + a_{00}^{H_c}$; $a_1^{P_i} = a_{11}^{P_i} T_a + a_{10}^{P_i}$ для кожного ТН в модельному ряді.

Таким чином, було отримано залежність (1) у наступній формі:

$$\begin{aligned} H_c &= (a_{11}^{H_c} T_a + a_{10}^{H_c}) T_o + (a_{01}^{H_c} T_a + a_{00}^{H_c}); \\ P_i &= (a_{11}^{P_i} T_a + a_{10}^{P_i}) T_o + (a_{01}^{P_i} T_a + a_{00}^{P_i}). \end{aligned} \quad (2)$$

Проведене порівняння моделі (2) та вихідних фактичних даних по усім ТН модельного ряду показало, що похибка моделі не перевищує різницю номінальних потужностей ближчих типорозмірів ТН в ряду. Аналізу графіків коефіцієнтів a_{ij} для ТН різної потужності показує, що існує можливість отримання однієї спрощеної залежності виду (1) для усіх ТН одного модельного ряду. Це дає можливість використовувати її для спрощення процесу підбору обладнання.