УДК 697:620.9

ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ПОВЕРХНЕВОГО ОПАЛЕННЯ З ТРУБЧАСТИМИ НАГРІВАЧАМИ У КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ

Жушман В. О.[1], здобувач, **Прокоф'єва Г. Я.**[2], канд. техн. наук, доц.,
Ткачова В. В.[3], канд. техн. наук, доц.
ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»
Українського державного університету науки і технологій
[1] wiktorolz775@gmail.com, [2] chornomorets.halyna@pdaba.edu.ua,
[3] tkachova.valeriia@pdaba.edu.ua

Постановка проблеми. Актуальним напрямом для розвитку теплопостачання є підвищення ефективності роботи систем автономного теплопостачання. Один із таких напрямків − використання трубчастих газових нагрівачів, які одночасно є джерелами теплопостачання та опалювальними приладами. Розглядається нове технічне рішення, що дозволяє використовувати системи поверхневого опалення з трубчастими нагрівачами з розміщенням газоповітряних каналів у будівельних конструкціях.

Мета дослідження. Ставилося завдання надати вибір раціональних параметрів проєктування системи поверхневого опалення з трубчастими нагрівачами, що дозволять використовувати трубчасті газові нагрівачі з розміщенням газоповітряних каналів у будівельних конструкціях.

Результати дослідження. Відомі роботи з удосконалення конструкцій та математичного моделювання трубчастих газових нагрівачів [1; 2]. У технічному рішенні [3] представлена математична модель трубчастих газових нагрівачів, розташованих у будівельних конструкціях, яка складається з моделі трубчастого газового нагрівача та рівняння теплопровідності в конструкції, пов'язаних між собою граничними умовами, але не наведено вибір раціональних параметрів проєктування трубчастих газових нагрівачів з розміщенням газоповітряних каналів у будівельних конструкціях.

Розглядається система поверхневого опалення з трубчастими нагрівачами з розміщенням газоповітряних каналів у просторі будівельної конструкції. Як будівельний матеріал для конструкції обраний бетон, безпосередньо в бетоні розміщені канали трубчастого лінійного нагрівача у вигляді сталевого короба. Між нагрівачем та будівельною конструкцією є теплоізолюючий матеріал. Над нагрівачем передбачено верхню кришку у вигляді бетонної пластини, яка повинна забезпечувати близьку до постійної величини температуру зовнішньої поверхні нагрівача.

Для пошуку чисельних рішень використовувався алгоритм еволюційного пошуку найкращих рішень [4; 5]:

$$X_K = S(G(X_{K-1})),\ k = 1, 2,\ldots, \qquad (1)$$

де X_K – безліч найбільш кращих рішень щодо вибору R_S для кроку *к*; X_{K-1} – те саме для *(к-1)*-го кроку ітерації; *(X)* – функція генерації, породжена ставленням генерації R_G; *S(X)* – функція вибору, породжена ставленням вибору. Функція вибору забезпечує вибір рішень мінімуму критерію (2).

$$E = \sum_{i=1}^{n} \left\| T_{wo \cdot i} - T_{wo \cdot cp} \right\|, \qquad (2)$$

де $T_{wo\ i}$ − температура зовнішньої поверхні пластини на і-й ділянці нагрівача; $T_{wo\ cp}$ − середня температура зовнішньої поверхні по всьому нагрівачу.

На *k-му* етапі ітерації відбираються $N_к$ кращих рішень за критерієм (2).

Потім проводиться оцінка кращих рішень, відібраних у всіх гілках пошуку:

$$x_0^i = (\sum_{j=1}^{N_Г}\sum_{l=1}^{N_К} x_{lj}^i)/(N_Г \cdot N_К), \qquad l = 1,2,...,N_К, \qquad j = 1,2,...,N_Г, \tag{3}$$

де i – порядковий номер змінної; l – номер відібраного рішення; j – номер гілки еволюційного процесу; $N_к$ – кількість кращих рішень, що відбираються на кожному кроці еволюційного пошуку в одній гілці; $N_Г$ – кількість гілок розрахунку еволюційного алгоритму.

Після цього проводиться оцінка емпіричних дисперсій у вигляді:

$$\sigma_i^2 = (\sum_{j=1}^{N_Г}\sum_{l=1}^{N_К}(x_{lj}^i - x_0^i)^2/(N_Г \cdot N_К - 1). \tag{4}$$

На *(k+1)*-ом кроці ітерації виробляється генерація нових рішень за нормальним законом кожної змінної x^i з центрами в точках x^i_{lj}, $l = \overline{1,N_К}$, $j = \overline{1,N_Г}$ та дисперсією σ_i^2.

Вирішувалося завдання вибору параметрів − товщини бетонних пластин для трубчастого нагрівача довжиною 48 м, умовний діаметр − 150 мм, розрахункова витрата природного газу 7,1 м^3/год, витрата повітря − 500 м^3/год. Виділено 4 розрахункові ділянки, довжиною — 8 м, 8 м, 8 м, 24 м за шляхом руху газоповітряного середовища.

В результаті еволюційного випадкового пошуку були визначені наступні оптимальні товщини верхньої кришки трубчастого нагрівача (см): (4,96; 4,46; 3,90; 2,18), які забезпечують близьку до постійної величини температуру зовнішньої поверхні нагрівача. Перевагою розробленого підходу із застосуванням еволюційного алгоритму випадкового пошуку є визначення найкращих рішень задачі оптимального вибору параметрів трубчастого нагрівача, розташованого в конструкції підлоги.

Висновок. Сформульовано завдання вибору оптимальних параметрів проєктування системи поверхневого опалення з трубчастими нагрівачами у конструкції будівлі. Як критерій вибору рішень використовувався критерій рівномірності обігріву по довжині нагрівача. Для вирішення задачі оптимального вибору параметрів трубчастого нагрівача запропоновано використовувати еволюційний алгоритм випадкового пошуку найкращих рішень. Подані результати чисельного рішення свідчать про обґрунтованість розробленого підходу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Патент 63793 Україна (UA), МПК F24D 10/00. Пристрій для газового опалення. К. В. Дудкін, В. Ф. Іродов, Г. Я. Чорноморець (Україна); заявник ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури». № 02070772; Заявл. 25.02.2011; Опубл. 25.10.2011. Бюл. № 20. 4 с.: іл.

2. Иродов В. Ф., Солод Л. В. Математическое моделирование и расчет инфракрасного трубчатого газового обогревателя. *Строительство, материаловедение, машиностроение.* 2010. № 52. С. 130–132.

3. Чорноморець Г. Я., Іродов В. Ф. Математичне моделювання трубчастих газових нагрівачів, розташованих у будівельних конструкціях. *Науковий вісник будівництва*. 2012. № 68. С. 395–399.

4. Стратан Ф. И., Иродов В. Ф. Эволюционные алгоритмы поиска оптимальных решений. *Методы оптимизации при проектировании систем теплогазоснабжения*. 1984. С. 16–30.

5. Иродов В. Ф. О построении и сходимости алгоритмов самоорганизации случайного поиска. *Автоматика*. 1987. № 4. С. 34−43.