

ЩОДО ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРИ У ГАЗОВІЙ НАГРІВАЛЬНІЙ КАМЕРІ ПРИ НАЯВНОСТІ ПРОСТОРОВОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

КАЧАН Ю.Г., д.т.н., *КОВАЛЕНКО В.Л.*, к.т.н., *ВІЗЕР А.А.*, Запорізька державна інженерна академія, м. Запоріжжя.

Вплив електричного поля на процес розподілу температури у нагрівальних камерах є незаперечним і проявляється вже при відносно низьких напругах до 1 кВ [1]. Але інтенсифікації процесу теплообміну у певній області промислового нагрівального пристрою, зазвичай, не приділяється значної уваги або частково задовольняються зміною його конструкції і аеродинамічних характеристик, що є недостатнім. Впровадження вищезазначених заходів у комплексі з використанням запропонованого методу підвищення енергоефективності на основі застосування електричного поля у якості керуючого впливу на теплові потоки може дати значну економію витрат підприємства на органічне паливо і знизити його долю в структурі собівартості продукції. Зважаючи на те, що в більшості промислових печей в якості енергоносія використовується природний газ, вартість якого зростає, подальші дослідження у даному напрямку є актуальними.

Для отримання математичної моделі розподілу температури у нагрівальній камері під дією просторового електричного поля було розроблено і створено спеціальну пічну установку, електрична частина якої дозволяє змінювати робочу постійну напругу заданої полярності на рухомих електродах в широкому діапазоні 0 – 1000 В та проведені відповідні досліди з урахуванням специфіки поставленого завдання. Для підвищення ефективності експерименту здійснено його планування з метою досягнення максимальної точності прогнозування при мінімальній кількості проведених операцій і збереженні статистичної достовірності результатів. Для розробки матриці дробового факторного експерименту типу 2^5 за відомими методиками [2] було обрано кілька параметрів, які можуть впливати на розподіл температури всередині установки, а саме: U – напруга між електродом та пальником (В), h – відстань між дослідними пластинами з електродами і повздовжньою віссю камери (м), H – відстань між зазначеними пластинами і верхньою межею камери (м), α – кут нахилу досліджуваних пластин по відношенню до повздовжньої вісі (радіан). Крім того, вирішено також враховувати полярність поданої напруги. За розробленою матрицею діапазону досліджуваних параметрів було проведено зазначений експеримент, набрано достатню кількість статистичних даних залежності температури пластин, на які подано напругу, від величини та полярності останньої. За його результатами отримано математичну модель розподілу температури у місці розташування електродів наступного виду:

$T = f(U, H, h, \alpha) = b_0 + b_1U + b_2H + b_3h + b_4\alpha + b_5(U \cdot H) + b_6(U \cdot h) + b_7(U \cdot \alpha) + b_8(h \cdot H) + b_9(H \cdot \alpha) + b_{10}(h \cdot \alpha) + b_{11}(U \cdot H \cdot h) + b_{12}(U \cdot H \cdot \alpha) + b_{13}(H \cdot h \cdot \alpha) + b_{14}(U \cdot h \cdot \alpha) + b_{15}(U \cdot H \cdot h \cdot \alpha)$, де b_i – коефіцієнти лінійної моделі, $i = 1, 15$. Значення останніх наведено у табл. 1.

Таблиця 1 Коефіцієнти лінійної моделі за різної полярності на пальнику

По- ляр- ність	Коефіцієнти															
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	b_{10}	b_{11}	b_{12}	b_{13}	b_{14}	b_{15}
-	412,6	0,042	-199,3	238,1	16,97	-0,005	-0,384	-0,015	5714	24,12	19,53	0,465	0,016	-784,2	0,168	-0,148
+	483,4	0,051	-709,9	-915,1	-45,24	-0,230	-0,603	0,011	15981	419,3	1078	4,181	-0,055	-8093	-0,142	0,740

Підтверджено адекватність даної моделі реальним процесам згідно загальновідомої методики [3]. Середньоквадратична відносна похибка прогнозу склала близько 3%, що є достатнім для розглянутих задач.

Список використаних джерел

1. Качан Ю. Г. Щодо можливості керування тепловими потоками просторовим електричним полем. / Ю. Г. Качан, В. Л. Коваленко, А. А. Візер // *Металлургическая теплотехника : сборник научных трудов Национальной металлургической академии Украины*. – Выпуск 13 . – Днепропетровск : Новая идеология, 2013.
2. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский . – М. : Наука., 1976. – 279 с.
3. Лукомский Ф.И. Теория корреляции и ее применение к анализу производства. – М.: Госстатиздат, 1958. - 120 с.