Приклад вибору граничного номінального перепаду тиску $\Delta P_н$ дифманометра за втратами тиску на стандартному звужуючому пристрої витратоміра рідини.

№ п/п	Параметр	Позначення параметра	Розмірність параметра	Значення параметра
1	Масова витрата рідини	$Q_м$	$\frac{кг}{с}$	200
2	Діаметр трубопроводу при 20°С	D_{20}	м	0,3
3	Поправний множник на теплове розширення матеріалу трубопроводу	$K_t^{'}$	-	1
4	Густина рідини при робочих умовах	ρ	$\frac{кг}{м^3}$	999
5	Втрати тиску на стандартному пристрої звуження потоку	$P_{вт}$	Па	20000
6	Безрозмірний комплекс, формула (3)	B	-	0,20034
7	Допоміжний комплекс, формула (15)	B_0	-	14,9745
8	Допоміжний комплекс, формула (16)	A	-	1,42288
9	Діапазон вимірювання дифманометра, формула (14)	ΔP	Па	26262
10	Вибираємо граничний номінальний перепад тиску зі стандартного ряду [2]	$\Delta P_н$	Па	25000

Приклад вибору граничного номінального перепаду тиску $\Delta P_н$ дифманометра за втратами тиску на стандартному звужуючому пристрої витратоміра рідини наведено у таблиці.

1. Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами. РД 50-213-80. – М., 1982. 2. ГОСТ18140-77. Манометры дифференциальные ГСП. Общие технические условия. – М., 1977. 3. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. М., 1982.

УДК 621.398

Івахів О., Пучинський Б., Шигера І.
ДУ “Львівська політехніка”, кафедра інформаційно- вимірювальної техніки

ВИПЛЕСКИ ВИПАДКОВОГО N- ВИМІРНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ

The n-dimension random field is investigated and the total excess intensity per space unit expression is received.

Фізичні величини є функціями просторових та часових координат, тобто формують певне поле. Тому вимірювання параметрів фізичних полів – актуальне на сьогодні завдання, зокрема, це стосується температурних полів, а саме: розподілу температури на поверхні чи в приміщенні тощо. З певною точністю розмір неперервної фізичної величини можна проквантувати. На відміну від випадкових процесів [1] перетини випадковим n-вимірним полем допустимих n-вимірних рівнів, встановлених заданим значенням похибки відновлення досліджуваного поля, відбуваються не в окремо взятих ізольованих точках, а утворюють певні (замкнені чи розімкнені) області (у загальному випадку n-вимірні); наприклад, для двовимірного поля Φ(x,y) перетини двовимірного рівня H-ізолінії рівня H [2].

В роботі [2] одержано вираз для середньої кількості виплесків двовимірного поля Φ(x,y) поза фіксований рівень H, що припадають на одиницю площі

$$n_1(H) = \frac{M_2}{(2\pi * M_0)^{1,5}} * H * \exp\left(\frac{-H^2}{2M_0}\right), H >> \sqrt{M_0}, \qquad (1)$$

де $M_2 = -R_{xx}''(0,0) = -R_{yy}''(0,0)$; $M_0 = R(0,0) = \sigma^2$; R(x,y) – кореляційна двовимірна функція. Поле Φ(x,y) вважається однорідним та ізотропним, тобто R(x,y) залежить лише від змінної $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ й не залежить від полярного кута φ = arctg(y/x).

За індукцією можна перейти до тривимірного поля Φ(x,y,z), яке приймемо однорідним та ізотропним. Тоді кількість виплесків тривимірного поля Φ(x,y,z) поза фіксований тривимірний рівень H′

$$n_1(H Б) = n_1(H) * F_z, \qquad (2)$$

де $F_z = \omega_{1L}/2\pi$ – частота відліків за віссю Oz (за довжиною); ω_{1L} – середньоквадратична кутова частота поля Φ(x,y,z) за довжиною, й зокрема

$$\omega_{1L} = \sqrt{\frac{M_2}{M_0}} = \sqrt{\frac{-R_{zz}{}^{ББ}(0)}{R(0)}} = \frac{\sqrt{-R_{zz}{}^{ББ}(0)}}{\sigma}, \qquad (3)$$

Прийнявши $-R_{xx}''(x=0) = -R_{yy}''(y=0) = -R_{zz}''(z=0)$ та $R_{xx}''(0,0,0) = -R_{yy}''(0,0,0) = R_{zz}''(0,0,0)$ і враховуючи, що поле однорідне й ізотропне, отримаємо

$$n_1(H^Б) = \frac{M_2{}^{1,5}}{(2\pi)^{2,5} * M_0{}^2} * H * \exp\left(\frac{-H^2}{2M_0}\right), \qquad (4)$$

до того ж $(R_{xx}''(0,0) * R_{xx}''(0))^{0,5} = R_{xx}''(0,0,0)$.

Узагальнена формула для середньої кількості виплесків *n*- вимірного поля $\Phi(x_1, x_2, ..., x_n)$ поза фіксований n-вимірний рівень H, що припадає на одиницю n-вимірного простору за умови, що поле $(x_1, x_2, ..., x_n)$ однорідне та ізотропне

$$n_1(H_n) = \frac{M_2{}^{\frac{n}{2}}}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} * M_0{}^{\frac{n+1}{2}}} * H * \exp\left(\frac{-H^2}{2M_0}\right), \qquad (5)$$

де $M_2 = -R_{xixi}''(0,0,...0) = -R_{xjxj}''(0,0,...,0)$; $M_0 = R(0,0,...,0) = \sigma^2$; i=1,2,..., n; j= 1,2,...,n; i≠j.

Зокрема, для одновимірного поля Φ(x) (x – довільний параметр: довжина, час тощо) вираз (5) набирає вигляду

$$n_1(H_1) = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{2\pi} * M_0} * H * \exp\left(\frac{-H^2}{2M_0}\right), \qquad (6)$$

де $M_2 = -R''(0)$; $M_0 = R(0) = \sigma^2$. Використовуючи методику [1], можна знайти загальну кількість виплесків за фіксований рівень H_1 на одиницю довжини

$$n_{\Sigma L} = \sum_j n_1(H_1) \approx \frac{2}{\Delta} * \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{2\pi} * M_0} * \int_0^{\infty} H * \exp\left(\frac{-H^2}{2M_0}\right) dH, \qquad (7)$$

де $\Delta = (H_1)_j - (H_1)_{j-1}$ – апертура одновимірного поля. Провівши заміни в підінтегральній функції $H^2 = t$, $H = \sqrt{t}$ та $dH = \frac{dt}{2\sqrt{t}}$, отримаємо

$$n_{\Sigma L} = \lambda_{iL} = \sqrt{\frac{2}{\pi}} * \sqrt{\frac{M_2}{M_0}} * \frac{\sigma}{\Delta}, \tag{8}$$

де λ_{iL} – інтенсивність виплесків на одиницю довжини. Ввівши поняття середньоквадратичної кругової частоти за довжиною $\omega_{1iL} = \sqrt{\frac{M_2}{M_0}}$ подібно до методики [1] та здійснивши підстановку у вираз (8), отримаємо

$$\lambda_{iL} = \sqrt{\frac{2}{\pi}} * \frac{\omega_{1iL}}{\varepsilon}, \tag{9}$$

де $\varepsilon = \Delta/\sigma$ – відносна апертура.

Вираз для сумарної інтенсивності виплесків одновимірного поля на одиницю довжини

$$\lambda_{\Sigma L} = \sqrt{\frac{2}{\pi}} * \frac{\omega_{\Sigma L}}{\varepsilon}, \tag{10}$$

де $\omega_{\Sigma L} = \Sigma\omega_{1iL}$ – сумарна середньоквадратична частота одновимірного поля по довжині. Неважко помітити, що вирази (9) і (10) тотожні виразам (2-7) та (6-6) [1] за умови, що параметр поля – час, тобто для процесу $\Phi(t)$.

У роботі [3] ця методика використовується при дослідженні двовимірного поля $\Phi(x,y)$.

Можна застосувати методику [1] і до виразу (5), тобто знайти загальну кількість виплесків n-вимірного поля $\Phi(x_1, x_2, ..., x_n)$ за фіксований n-вимірний рівень H_n, що припадає на одиницю *n*- вимірного простору. Поле $\Phi(x_1, x_2, ..., x_n)$ й надалі вважається однорідним та ізотропним

$$n_\Sigma = \sum_j n_1(H_n)_j \approx \frac{2}{\delta} * \frac{M_2^{\frac{n}{2}}}{(2\pi)^{\frac{2n-1}{2}} * M_0^{\frac{n+1}{2}}} * \int_0^\infty H * \exp\left(\frac{-H^2}{2M_0}\right) dH. \tag{11}$$

Введемо поняття середньоквадратичної n-вимірної частоти $\omega_{1in} = \sqrt{\left(\frac{M_2}{M_0}\right)^n}$ де $M_2 =$ $= R_{x1x1}''(0,0,...,0) = ... = -R_{xnxn}''(0,0,...,0)$; $M_0 = R(0,0,...,0) = \sigma^2$. При цьому інтенсивність виплесків на одиницю *n*-вимірного простору (довжини, площі, об'єму тощо)

$$\lambda_{in} = \frac{2}{(2\pi)^{\frac{2n-1}{2}}} * \omega_{1in} * \frac{\sigma}{\Delta} = \frac{2}{(2\pi)^{\frac{2n-1}{2}}} * \frac{\omega_{1in}}{\varepsilon}, \tag{12}$$

а вираз для сумарної інтенсивності виплесків n-вимірного поля $\Phi(x_1, x_2, ..., x_n)$ на одиницю n-вимірного простору

$$\lambda_{\Sigma n} = \sum_i \lambda_{in} = \frac{2}{(2\pi)^{\frac{2n-1}{2}}} * \frac{\omega_{\Sigma n}}{\varepsilon}. \tag{13}$$

Це співвідношення є базовим для розрахунку швидкодії цифрової вимірювальної системи, призначеної для вивчення температурного поля та визначення вимог до пропускної здатності каналу зв'язку.

1. Калашников И.Д., Степанов В.С., Чуркин А.В. Адаптивные системы сбора и передачи информации. – М., 1975. 2. Тихонов В.И. Нелинейные преобразования случайных процессов. М., 1986. 3. Iwakhiv O., Puchynski B., Shygera I., Velgan R., Ugolnikow A. Adaptive two-dimensional field serving system. Materialy V miedzynarodowego seminarium metrologow "Metody i technika przetwarzania sygnalow w pomiarach fizychnych". Rzeszow, 1997, S.173.

УДК 536.6

Дорожовець М.

ДУ “Львівська політехніка”, кафедра інформаційно-вимірювальної техніки

РЕКОНСТРУКЦІЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В ТОПКАХ КОТЛОАГРЕГАТІВ

In this article the problems of reconstruction of the temperature fields in furnace power station are considered. The estimates of the methodical and instrumental errors for typical temperature distribution are presented.

1. Вступ. Одним з найважливіших показників роботи топки котлоагрегату є температура продуктів спалювання на виході з топки, яка великою мірою визначає загальні техніко-економічні показники роботи котла, в тому числі надійність і безперебійність його роботи [1,2]. Зокрема, зменшення температури вихідних газів на 12-16 ^{o}C може підвищити коефіцієнт корисної дії котла приблизно на 1% [1].

Поле температур в топці загалом як по вертикалі, так і в горизонтальних перетинах має несиметричність. Максимальна температура досягається в ядрі факела, де вона наближається до адіабатної температури горіння, а на виході з топки вона мінімальна і нижча на 700-800 ^{o}C від максимальної. Різниця температур газового середовища в перетинах топки в області екранів може досягати 200-300 ^{o}C, а на виході з топки – 50-100^{o}C [1,2].

Теплові процеси, що відбуваються в топках котлоагрегатів, можуть бути описані системою диференціальних і інтегро-диференціальних рівнянь. Однак розв’язування такої системи рівнянь надзвичайно утруднене внаслідок величезної кількості чинників, що визначають променевий та конвективний теплообмін за невизначених їх параметрах та крайових умовах. Тому на практиці застосовують спрощені і наближені методики розрахунку [1]. Однак об’єктивну інформацію про фактичний просторовий розподіл температури газового середовища в топкці можна отримати, лише виконуючи відповідні вимірювання.

Крім економічних, надзвичайно важливим є забезпечення екологічних показників роботи котлоагрегатів, насамперед, впровадження заходів щодо зменшення концентрації оксидів азоту у відпрацьованих газах. Їх концентрація може досягати 2г/м^3, що перевищує гранично допустимі норми. Для зменшення викидів стараються зменшити температуру топкових газів, особливо її локальних значень [1]. Однак зменшення температури газів може спричинити погіршення техніко-економічних показників котлоагрегату.

Отже, належне поточне вимірювання середньої та локальних температур газового середовища в котлоагрегатах є вкрай необхідною умовою досягнення високоефективних як економічних, так і екологічних показників їх роботи.

2. Акустичний метод визначення температури. Акустичний метод є найбільш придатним для вимірювання розподілу локальних температур в таких об’єктах значних роз-