

няння політропи.

Якщо параметри ТДС набувають приросту із заданим кроком, то на підставі рівняння (2.2) можна записати зміну параметрів для другого порядку:

$$\frac{P_3}{P_1} = \left\{ \frac{A_2}{A_1} \left[\left(\frac{\rho_2}{\rho_1} \right)^n - 1 \right] + 1 \right\} \times \left\{ \frac{A_3}{A_2} \left[\left(\frac{\rho_3}{\rho_{21}} \right)^n - 1 \right] + 1 \right\}.$$

Для збільшення параметрів j -го порядку параметри визначають відповідно до рівняння:

$$\frac{P_3}{P_1} = \left\{ \frac{A_2}{A_1} \left[\left(\frac{\rho_2}{\rho_1} \right)^n - 1 \right] + 1 \right\} \times \dots \times \left\{ \frac{A_m}{A_{m-1}} \left[\left(\frac{\rho_m}{\rho_{m-1}} \right)^n - 1 \right] + 1 \right\}, m=3, \dots, \infty. \quad (2.5)$$

Аналогічно може бути отримане рівняння унаслідок зміни параметрів відповідно до (2.3) за початковими і кінцевими значеннями. Відповідно до рівняння (2.5) описують параметри газодинамічного процесу унаслідок їх зламу або перегину, ступеневого або багатокрокового руйнування конструкції.

Відповідно до рівнянь (2.2, 2.3, 2.4) визначають параметри рухомого повітря і в загальмованому потоці.

2.8. Визначення параметрів газу у відсіку через ентальпію в загальмованому потоці

Розглянемо течію газу через елементарну струминку площею F між перетинами 1 і 2 або об'ємами відсіків [285, 286]. Припустімо, що параметри газу між цими перетинами змінюються за політропним законом. Як параметри розглянуто: ентальпію загальмованого потоку

$\left(i_0 = i + \frac{w^2}{2} \right)$, ентальпію потоку

$(i = C_p T)$, температуру рухомого потоку (T) , питома теплоємність повітря за

постійного тиску (C_p), швидкість потоку (w), температуру загальмованого потоку (T_0). Досліджуваний процес представлено у вигляді відкритої ТДС, яка обмінюється енергією з зовнішнім середовищем шляхом виконання роботи. За умови руху потоку уздовж струминки відбувається зміна повної ентальпії (i_0), яка дорівнює зміні роботи $\left(l = \frac{Rn}{n-1} T_0\right)$. У диференціальному вигляді це можна записати так:

$$di_0 = dl \text{ або } di + d\left(\frac{w^2}{2}\right) = \frac{Rn}{n-1} dT_0 \quad (2.6)$$

Інтегруючи рівняння (2.6) у межах від 1 перетину до 2 після деяких перетворень отримаємо швидкість газу в 2 перетині:

$$w_2 = \sqrt{w_1^2 + \frac{2Rn}{n-1}(T_{02} - T_{01}) - 2C_p(T_2 - T_1)}. \quad (2.7)$$

Використовуючи умови політропи, виконання змінного значення правої частини рівняння політропи і записавши параметри рухомого газу (T_1, T_2), через параметри гальмування визначимо витрату повітря через параметри газу в другому перерізі:

$$G = \rho_2 w_2 F = F \frac{P_{01}}{RT_{01}} \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^{\frac{1}{n}} \left(\frac{P_2}{P_{01}}\right)^{\frac{1}{n}} w_2, \quad (2.8)$$

де

$$w_2 = \sqrt{w_1^2 + \frac{2Rn}{n-1}(T_{02} - T_{01}) - 2C_p \left[T_{01} \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^{\frac{1}{m}} \left(\frac{P_2}{P_{01}}\right)^{\frac{n-1}{n}} - T_{02} \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^{\frac{1}{n}} \left(\frac{P_1}{P_{02}}\right)^{\frac{n-1}{n}} \right]};$$

w_1 – швидкість газу в перерізі 1;

P_1, P_2 – статичні тиски у відповідних перерізах;

Рівняння (2.8) являє собою узагальнене рівняння визначення витрати повітря

за відомими параметрами $P_1, P_2, P_{01}, P_{02}, T_{01}, T_{02}$, які змінюються за політропним законом. Для критичного режиму течії повітря і за $w_1 = 0$ рівняння перетворюється на рівняння, яке наведене в роботах [36, 41, 74].

Дослідження встановлених залежностей, зіставлення з моделями в [46, 208] і деякі окремі випадки визначення швидкості й витрати газу наведено в роботах [285, 286]. В роботі [41] витрата газу визначається через коефіцієнт витрати (μ).

На підставі отриманих рівнянь можна описати процес витікання повітря з відсіку. Початковими даними прийнято параметри середовища усередині відсіку і середовища, в яке відбувається витікання повітря. Проведений аналіз рівнянь (2.7), (2.8) показує, що за виконання умов $T_{01} = T_{02}, P_1 = P_{02}, A_1 = A_2, \mu = 1, n = k = 1,4$ розроблені рівняння перетворюються в рівняння, наведені в роботах [36, 41, 74, 191]. За значеннями коефіцієнта витрати повітря відповідно до роботи [41] проведемо порівняльне оцінювання моделей витрати газу, яка представлена на рис. 2.2. За інших рівних умов залежність відповідно до рівняння (2.8) і робіт [36, 41, 74, 191] у докритичній області течії мають близькі результати. Максимальну розбіжність між рівняннями отримано за закритичного режимі течії. Максимальне відхилення розрахункових значень витрати газу відносно рівняння (2.8) відповідно до роботи [74] становило 5,2 %, а в порівнянні з роботою [41] – 69,9 %. Розбіжність між рівняннями відповідно до (2.8) і роботою [74] обумовлена припущеннями $T_{01} = T_{02}$, а в роботі [41] – $T_{01} = T_{02}, P_1 = P_{02}, P_2 = P_{02}$.

Аналіз виведення рівнянь витрати і швидкості газу свідчить, що при розгляді перерізів і об'ємів відсіків отримано однакові рівняння. Істотна відмінність полягає в тому, що під час аналізу перерізів зроблено припущення щодо того, що параметри, які характеризують об'єм, розглянуто в перерізах. При розгляді об'ємів відсіків таких припущень не було зроблено. Досліджувані параметри газу безпосередньо віднесені до об'єму відсіку. Інтегрування таких величин проведено за реальними об'ємами відсіків без жодних припущень. Тому отримані рівняння відображають реальні параметри об'ємів, відсіків. Крім того, при розгляді «великих» об'ємів, не потрібно інтегрувати параметри газу за об'ємом. В цьому випадку переваги рівнянь

з використанням об'ємів стають очевидними в порівнянні з розглядом параметрів газу в перерізах.

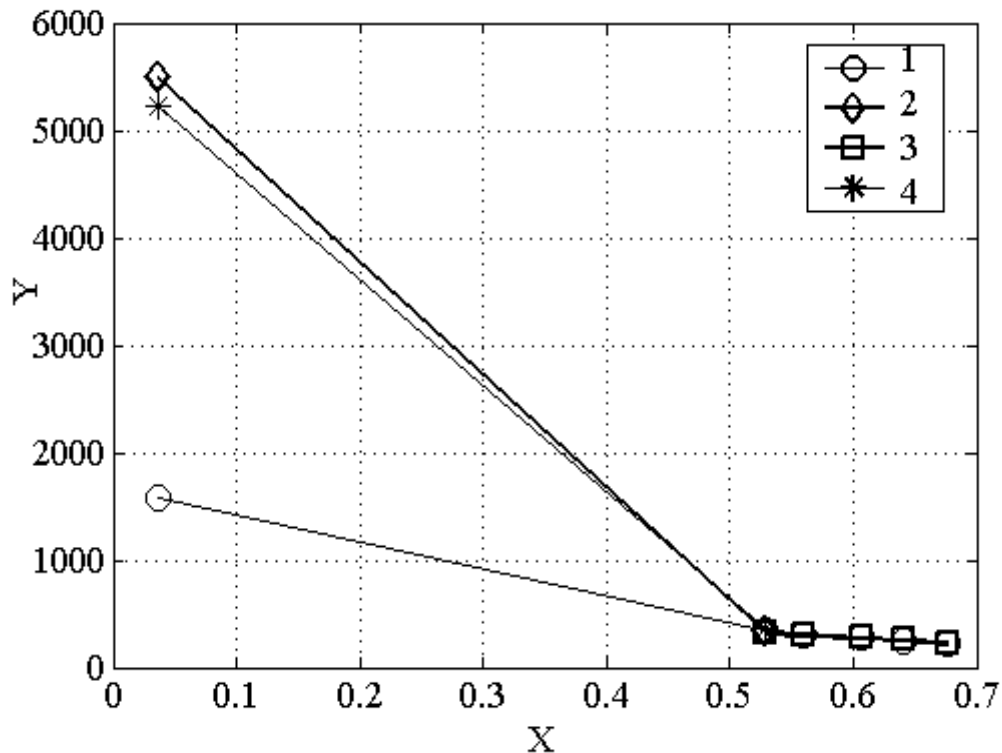


Рисунок 2.2. Залежність витрати повітря (Y , кг/с) від відносного тиску повітря у відсіку (X , P_{02} / P_{01}): 1 – модель витрати повітря відповідно до [74]; 2 – модель витрати повітря відповідно до [41]; 3 – витрати повітря відповідно до рівняння (2.8), докритична течія, $P_{02} / P_{01} > 0,528$; 4 – витрати повітря відповідно до рівняння (2.8), закритична течія, $P_{02} / P_{01} \leq 0,528$

Отже, рівняння (2.7), (2.8) є узагальненими моделями визначення швидкості і витрати повітря для процесу витікання повітря з відсіку, коли параметри середовища змінюються відповідно до рівнянням політропи. Як невідома величина таких моделей виступає показник політропи. Величину цього показника (оптимальний показник політропи) визначаємо за результатами досліджень реальних об'єктів на підставі статистичних критеріїв з використанням методу найменших квадратів і завадостійкого методу. Оптимальне значення показника політропи визначають одним з числових методів відповідно до [152] або прямим методом шляхом завдання з кроком в області досліджуваних значень показника по-