

За $V = \text{const}$, $T = \text{const}$, $P = \text{const}$, $n = 1$, $\frac{dQ}{d\tau} = 0$, $\frac{dL}{d\tau} = 0$ підтримання постійної температури повітря у відсіку досягають за умови рівності витрат підведеного і відведеного газу ($G_1 = G_2$). Цю умову було перевірено в кабіні супроводжуючих літака Ан-124 за закритичного перепаду тиску. Протягом 10 хвилин у кабіні підтримували температуру $\sim 21^\circ\text{C}$. Умови критерію виконано для стаціонарних режимів зміни параметрів повітря в кабіні. Похибка підтримки постійної температури в кабіні екіпажу відповідно до розробленого критерію не перевищувала $1,5^\circ\text{C}$.

На підставі критерію (2.23) можна визначати умови протікання процесів у відсіку. Відхилення параметрів повітря у відсіку від критерію призводить до зміни температури повітря у відсіку. За допомогою розробленого критерію може бути застосовано такий числовий метод розрахунку параметрів повітря у відсіку. На кожному кроці інтегрування рівнянь (2.22) визначаємо значення критерію (2.23). Під час виконання цього критерію проводимо розрахунок лише тиску повітря у відсіку. В іншому ж разі проводимо розрахунок параметрів повітря у відсіку відповідно до системи диференціальних рівнянь (2.22). Такий метод розрахунку дає змогу істотно скоротити розрахунки, особливо для багатооб'ємних відсіків під час інтегрування за об'ємом процесів витікання повітря з відсіку. Відповідно до системи диференціальних рівнянь (2.22) проведено розрахунки зміни тиску повітря у відсіку. Аналіз експериментальних і розрахункових залежностей зміни тиску повітря у відсіку показує, що розроблені моделі відображають характер протікання процесу і описують з достатньою для практики точністю процес зміни тиску повітря у відсіку (рис. 2.8). Похибка розрахунків не перевищувала 10, 1 %.

2.14. Витікання газу з відсіку «великого» об'єму

Встановимо залежність між параметрами газу у відсіку через питомі величини (підведення (відведення) енергії (dq) і виконання зовнішньої роботи (dl)). Розглядаємо відсік у вигляді відкритої ТДС. Відповідно до закону збереження енер-

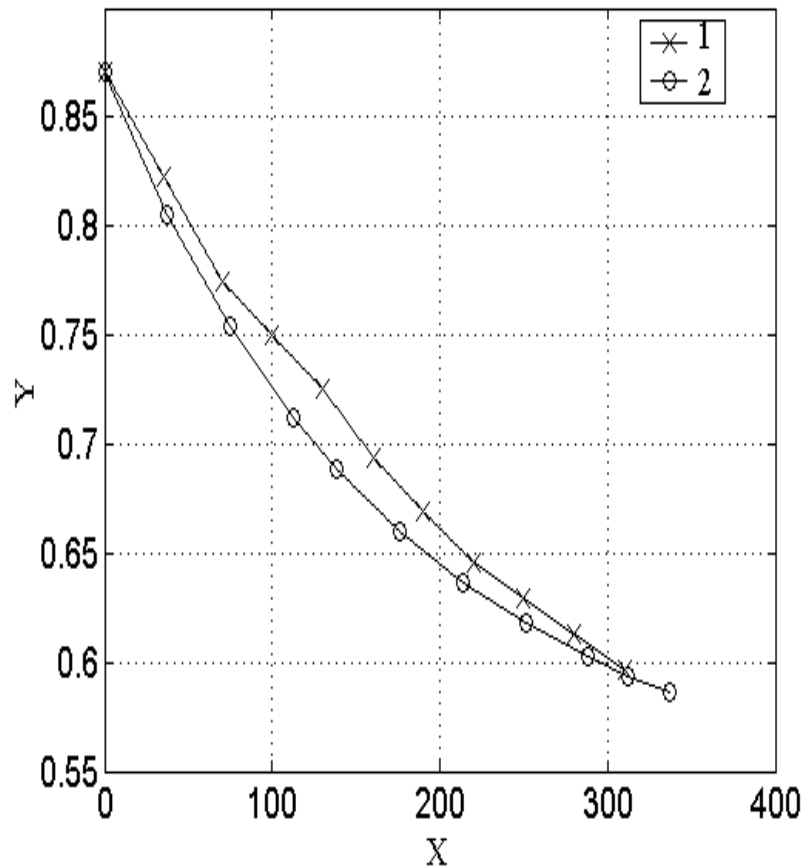


Рисунок 2.8. Залежність відносного тиску повітря в кабіні супроводжуючих НТЛ ($Y, P/P_{\text{атм}}$) від часу ($X, \text{с}$):
1 – експеримент 2 – розрахунок

гії запишемо зміну ентальпії гальмування (i_0) в відсіку. Відповідно до рівняння стану ($P_0 = \rho_0 RT_0$) і нерозривності після перетворень маємо систему диференціальних рівнянь в такому вигляді:

$$\frac{dP_0}{d\tau} = \frac{RT_0}{V} (G_1 - G_2) - \frac{P_0}{V} \frac{dV}{d\tau} + \frac{P_0}{C_p T_0} \left(\frac{dq}{d\tau} - \frac{dl}{d\tau} \right), \quad \frac{dT_0}{d\tau} = \frac{1}{C_p} \left(\frac{dq}{d\tau} - \frac{dl}{d\tau} \right). \quad (2.24)$$

Виведення рівнянь і їх дослідження наведено в роботах [292, 293]. Отримані рівняння описують зміну повного тиску повітря у відсіку і температуру гальмування під час підведення (відведення) повітря, підведеної енергії, зміни об'єму відсіку,

виконанні зовнішньої роботи. За $P_0 = const$, $T_0 = const$, $V = const$, $q = const$, $l = const$ рівняння (2.24) перетворюють до рівнянь, отриманих у роботах [25, 36, 38, 40, 41].

Аналіз рівнянь (2.24) свідчить, що за виконання умов $P_0 = P$, $T_0 = T$, $\rho_0 = \rho$, $W = 0$ витікання повітря відбувається з «великого» відсіку. Для цього

відсіку дійсна також умова $d\left(\frac{W^2}{2}\right) = 0$. Відмітною особливістю таких відсіків є те,

що розрахунок параметрів газу у «великому» відсіку можна виконувати за моделями, які включають параметри рухомого газу. Для великого відсіку, в якому виконується умова $T_0 = const$, відсік розглядають як енергетично ізольований за

$dT_0 = 0$, $\frac{dq}{d\tau} - \frac{dl}{d\tau} = 0$, $\frac{dq}{d\tau} - \frac{dl}{d\tau} = 0$, $q = l = 0$. На підставі рівнянь (2.24) можна в

найзагальнішому випадку за умови зміни параметрів газу, втікання і витікання газу з відсіку визначити критерій підтримання постійного тиску газу у «великому» відсіку ($P_0 = const$):

$$\frac{\frac{RT_0}{VP_0}(G_1 - G_2)}{\frac{1}{V} \frac{dV}{d\tau} - \frac{1}{C_p T_0} \left(\frac{dq}{d\tau} - \frac{dl}{d\tau} \right)} = const. \quad (2.25)$$

Аналіз критерію (2.25) свідчить, що за відсутності підведення і відведення енергії і за заданих витрат підтримання постійного тиску повітря у відсіку може бути досягнуто лише унаслідок зміни розмірів відсіку $\left(\frac{dV}{d\tau}\right)$. За $G_1 - G_2 > 0$

($G_1 - G_2 < 0$) розміри об'єму відсіку мають збільшуватися (зменшуватися). За умови втікання повітря до відсіку, коли $G_2 = 0$, існує лінійна залежність між підведеним

повітрям і зміною об'єму відсіку відповідно до рівняння $G_1 = \frac{P_0}{RT_0} \frac{dV}{d\tau}$. Виконання

цього рівняння також призводить до дотримання постійної температури у відсіку.

Якщо параметри газу у відсіку не задовольняють вимоги критерію (2.25), то тиск

газу у відсіку змінюється відповідно до рівняння (2.24). За постійної температури ($T_0 = const$) параметри газу у відсіку визначають відповідно до критерію:

$$\frac{\frac{dP_0}{d\tau} + \frac{P_0}{V} \frac{dV}{d\tau}}{\frac{RT_0}{V}(G_1 - G_2)} = const. \quad (2.26)$$

Підтримання постійної температури у відсіку можна досягати за рахунок зміни витрати, повного тиску або об'єму. За $P_0 = P, T_0 = T, V = const$ рівняння (2.26) перетворюється до залежності відповідно до [41].

Проведемо аналіз впливу швидкості потоку на температуру і тиск повітря всередині відсіку за даними роботи [36] для адіабатного процесу гальмування потоку. Вплив швидкості газу на температуру і тиск гальмування наведено в [292]. Різниця між температурами повітря гальмування і потоку за швидкості $W = 45 \text{ м/с}$ становить $T_0 - T = 1^\circ\text{К}$ (рис. В.1). Швидкість зростання приросту різниці температур за зміною швидкості від $W = 0$ до $W = 45 \text{ м/с}$ дорівнюватиме $\frac{d(T_0 - T)}{dW} \approx 0,022^\circ\text{К с/м}$. Відношення повного тиску повітря до статичного тиску за стандартної атмосфери становить $P_0/P = 1,012$ або $P_0 - P = P \times 0,012$ (рис. В.2).

Швидкість зміни відносного тиску повітря дорівнюватиме $\frac{d(P_0 - P)}{dW} \approx 2,7 \times 10^{-4} P$.

Для стандартної атмосфери дорівнює $\frac{d(P_0 - P)}{dW} \approx 10,1 \text{ Па/(м/с)}$. Зі збільшенням швидкості потоку з $W = 45 \text{ м/с}$ до $W = 45 \text{ м/с}$ різниця температур повітря зростає і досягає значення $T_0 - T = 57,2^\circ\text{К}$, а $\frac{d(T_0 - T)}{dW} \approx 0,19^\circ\text{К с/м}$. Відношення повного тиску повітря до статичного тиску становить $P_0/P = 1,87$ або $P_0 - P = P \times 0,87$.

Швидкість зміни відносного тиску дорівнює $\frac{d(P_0 - P)}{dW} \approx 2,51 \times 10^{-3} P$ або