

Таким чином, за умови зльоту з вертикальною швидкістю 16 м / с люди, які перебувають у ГК літака, піддаються максимальному впливу зміни тиску повітря для щілини у вхідних дверях площею 70 см² до висоти $H = 8742$ м, для щілини площею 150 см² до висоти $H = 736$ м, для щілини площею 250 см² до висоти $H = 368$ м.

5.6. Числові дослідження встановленої функціональної залежності між параметрами процесів витікання газу з відсіку

Залежність між тиском, температурою повітря в кабіні в часі від основних параметрів повітря і відсіку визначають відповідно до системи диференціальних рівнянь (2.20) і блок-схеми, яку наведено на рис. 5.14. За відомим початковими даними в кожному об'ємі можливо отримати спільне рішення зміни параметрів повітря в кожному відсіку для багатооб'ємних ГК літака (рис. 5.2).

Вихідними даними для розрахунку є: кількість відсіків, максимальна кількість отворів між відсіками, ознака зміни площі між відсіками, ознака розрахунку додаткової площі для забезпечення міцності перегородки, ознака сталості параметрів атмосфери, початкова і кінцева висота польоту, максимальна кількість ітерацій, крок інтегрування за часом, похибка інтегрування, об'єм відсіку, початковий тиск, початкова температура, витрата вхідного повітря в об'ємі, площа для перетікання повітря між відсіками, несучі здатності елементів конструкції, початковий час розгерметизації. Для розрахунку зміни зовнішнього підведеного тепла вводять додаткові параметри, що входять в $dQ_i/d\tau$ і $dT_{obj}/d\tau$. Для кожного об'єму розв'язують числовим методом систему диференціальних рівнянь (2.20) щодо шуканих величин P_i, T_i, Q_i, T_{obj} . На кожному кроці інтегрування проводять перевірку граничних умов і критеріїв подібності за температурою. У разі порушення граничних умов відбувається зменшення кроку інтегрування, і розрахунок починається спочатку. Якщо виконується умова критерію подібності з підтримки постійної температури, то розв'язок системи рівнянь (2.46) істотно спрощується.

Крім того, на кожному кроці інтегрування рівнянь (2.20) проводять перевірку точності розрахунку за тиском або температурою.

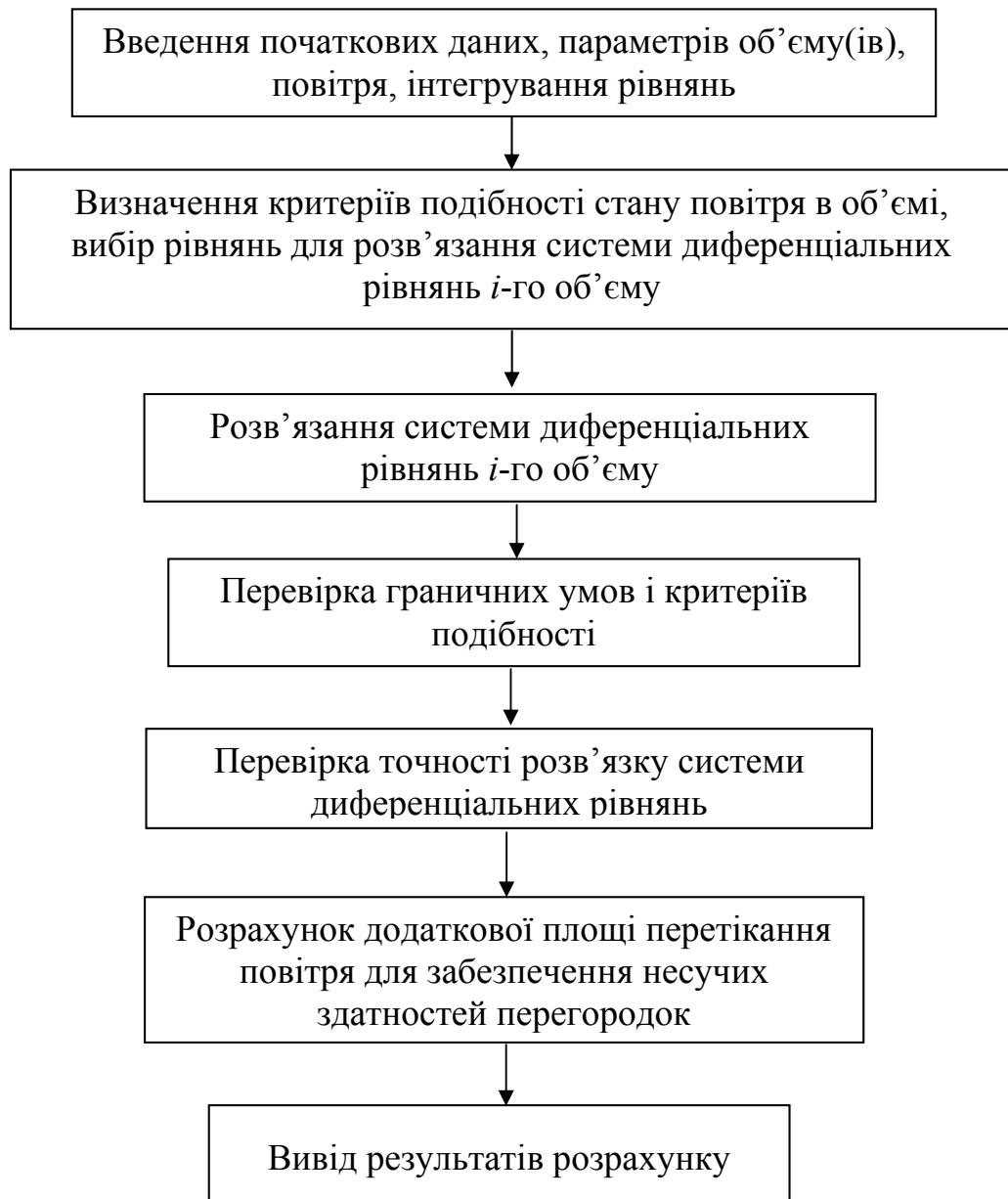


Рисунок 5.14. Спрощена блок-схема розрахунку параметрів повітря за умови течії газу з багатооб'ємної kabіни

У разі досягнення перепаду тиску між відсіками менше заданої величини інтегрування системи рівнянь (2.20) у цих відсіках припиняють, в іншому разі – розрахунок триває до виконання вимог щодо досягнення заданої точності розрахунку тиску газу у відсіку. За результатами розрахунку визначають тиск (P_i),

температуру (T_i) і густину (ρ_i) повітря у відсіках в залежності від висоти польоту, часу і атмосферного тиску. Розрахунок тиску, температури, густини повітря проводять за постійних або змінних параметрів навколишнього середовища. Якщо параметри атмосфери змінюються в процесі перетікання повітря з одного об'єму в інший, то в такому разі необхідно задати вертикальну швидкість набору або зниження літального апарату і початкову висоту. При цьому, на кожному кроці ітерації проводять розрахунок поточних параметрів атмосфери. Розрахунок припиняють, коли тиски повітря в об'ємах вирівнюються.

Числові дослідження встановленої залежності дали змогу виявити ряд істотних недоліків методу розрахунку витрати повітря. Пошук цих недоліків потребував проведення багатьох числових експериментів. Так, відповідно до [41] розрахунок витрати повітря запропоновано здійснювати за окремими формулами для докритичної і закритичної течії. Під час проведення розрахунків у ділянці критичних течій відбувається стрибкоподібна зміна витрати повітря, що викликає зміну тиску повітря у відсіках у бік його збільшення або зменшення.

Розрахунок параметрів газу у відсіку припиняється або триває, але при цьому оцінки встановленої залежності не мають фізичного пояснення. Напрямок зміни тиску істотно залежить від кроку інтегрування і конкретних умов розрахунку. У встановленої залежності було використано формулу розрахунку витрати повітря, отриману на підставі політропного процесу зі змінним значенням правої частини рівняння політропи. Особливості застосування такого рівняння і зіставлення з результатами експерименту наведено в роботі [286]. Уточнення встановленої залежності для розрахунку тиску газу біля критичної течії дало змогу усунути виявлені раніше недоліки.

Подальші дослідження рівняння дали можливість виявити й інші недоліки у ході проведення розрахунку витрати повітря, що впадає в об'єм і витікає з об'єму. Розрахунок повітря, що впадає, в i -й обсяг проводили з умови, коли $P_i < P_j$, де P_j – тиск у суміжному j -му об'ємі. Якщо ж $P_i > P_j$, то визначають витрату повітря, що витікає з i -го об'єму. Неточності розрахунку було виявлено на режимі, коли похідна

витрати повітря за часом змінює свій знак. У такому разі необхідно визначати для кожного об'єму на кожному кроці інтегрування похідну витрати за часом $dG_i/d\tau = R_i$. Значення R_i може бути отримане в результаті зміни закономірностей досліджуваного фізичного процесу або величини кроку інтегрування. Розгляд цієї задачі для всіх відсіків дає змогу правильно визначити закономірності перебігу процесу для окремого об'єму і вибрати дійсний знак похідної. Якщо ж розрахунковий знак R_i не збігається з отриманим знаком R_i з урахуванням розгляду всіх об'ємів, то необхідно зменшити крок інтегрування, і розрахунок параметрів газу в об'ємі необхідно проводити в першу чергу.

Отримати такий результат можна й іншим шляхом. Для цього необхідно збільшити значення заданої точності розрахунку тиску в об'ємі, але при цьому точність розрахунку зменшиться, і для деяких граничних умов задачі встановлена залежність не відображає фізичні закономірності досліджуваного процесу.

Проведені числові дослідження процесів витікання повітря з об'єму за різних граничних умов дали змогу виявити неточності у процесі розрахунку теплового потоку в об'ємі [302]. Аналіз рівнянь (2.20) показує, що тепловий потік в об'ємі, викликаний дією обладнання, визначається зміною тепловмісту обладнання та зміною температури обладнання в часі. Тому рівняння теплового потоку в об'ємі і рівняння зміни температури газу матимуть такий вигляд:

$$\frac{dQ_i}{d\tau} = \sum_{j=1}^r q_{ji} + \sum_{j=1}^m W_{ji}(1-\eta_{ji}) + \sum_{j=1}^k C_{o\delta ji} M_{ji} \frac{dT_{o\delta ji}}{d\tau} + \sum_{j=1}^c K_{ji} F_{ji} (T_{ni} - T_i), \quad (5.2)$$

$$\frac{dT_i}{d\tau} = \frac{1}{L} \left(\frac{H}{C_v \rho V_i} - M \right), \quad L = 1 + \frac{1}{C_v \rho V_i} \sum_{j=1}^k C_{o\delta ji} M_{ji},$$

$$H = \sum_{j=1}^r q_{ji} + \sum_{j=1}^m W_{ji}(1-\eta_{ji}) + \sum_{j=1}^c K_{ji} F_{ji} (T_{ni} - T_i), \quad M = \frac{T_i}{\rho_i} \frac{\sum_{j=1}^n G_{1ji} - \sum_{m=1}^s G_{2mi}}{V_i}. \quad (5.3)$$

Рівняння (5.2), (5.3) і зміна тиску газу у відсіку відповідно до системи рівнянь (2.20) є встановленою залежністю витікання повітря з об'єму з урахуванням раніше