

5.11. Визначення часу розгерметизації відсіків фюзеляжу НТЛ на землі за результатами перевірки герметичності відсіків у польоті

Об'єктом дослідження були кабіни екіпажу і супроводжуваних НТЛ (рис. 5.20) [323]. За результатами перевірки герметичності кабіні літака на висоті $H = 7100$ м необхідно визначити час зміни надлишкового тиску повітря в кабінах екіпажа і супроводжуваних на землі з $P_{\text{над}} = 0,55 \times 10^5$ Па до $P_{\text{над}} = 0,1 \times 10^5$ Па. Газодинамічний розрахунок тиску повітря в часі в кабінах фюзеляжу літака було проведено відповідно до рівняння (2.14) і рівняння політропи.

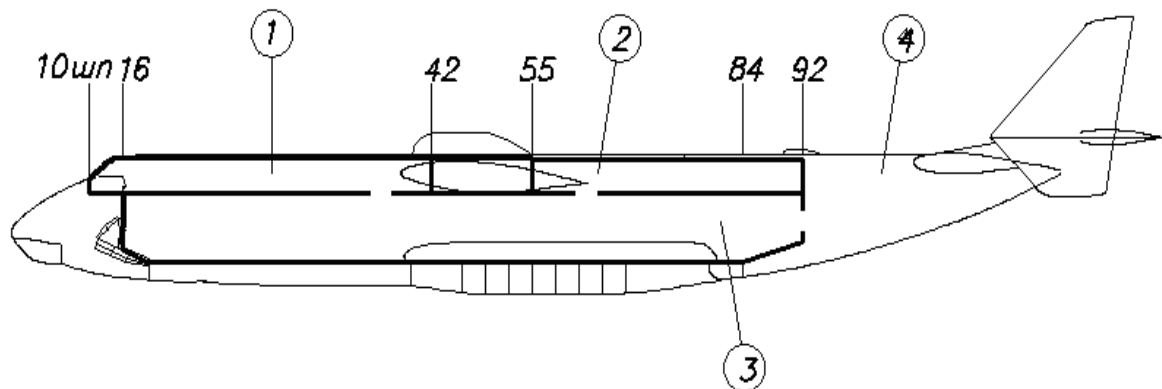


Рисунок 5.20. Спрощена розрахункова схема кабіні НТЛ:

1 – кабіна екіпажа; 2 – кабіна супроводжуваних; 3 – вантажна кабіна;
4 – хвостовий відсік

Дослідження було виконано під час горизонтального польоту літака Ан-225 на висоті $H = 7100$ м зі швидкістю $V = 490$ км/год за надлишкового тиску $P_{\text{над}} = 0,45 \times 10^5$ Па в ГК екіпажу і супроводжуваних. На заданій висоті виконано послідовне відключення правої і лівої турбохолодильної установи (ТХУ). При цьому, випускні клапани САРТ і вентиляція відсіку, обладнання працювали в автоматичному режимі. Після спрацювання сигналізації закритого положення клапанів САРТ було зафіксовано час падіння надлишкового тиску в ГК до величини $P_{\text{над}} =$

$0,1 \times 10^5$ Па. Результати таких досліджень в кабіні екіпажу наведено на рис. 5.21, а для кабіни супроводжуючих – на рис. 5.22.

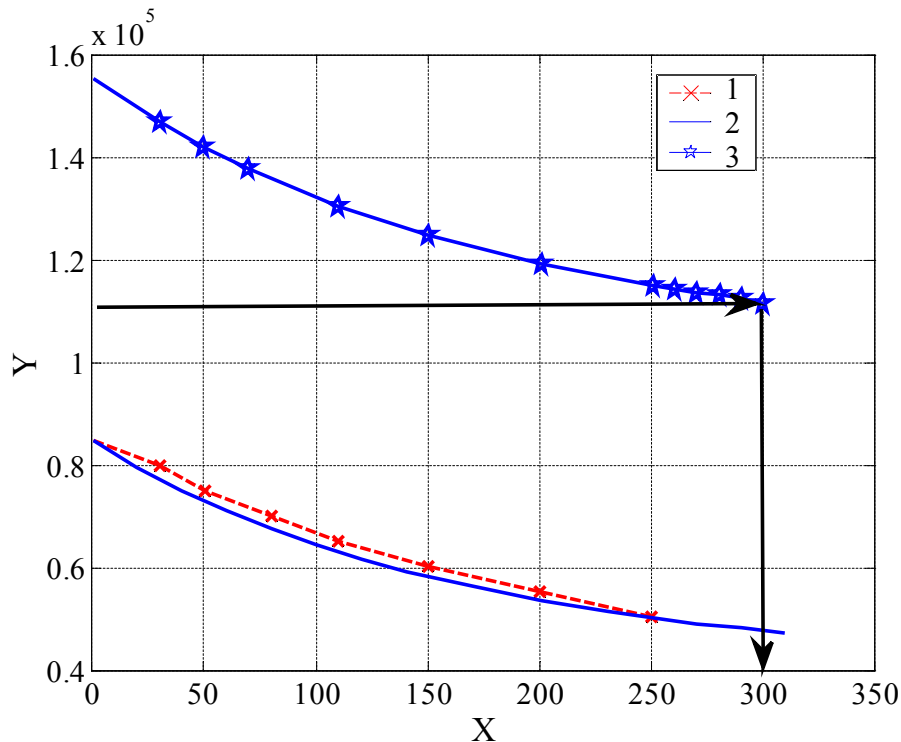


Рисунок 5.21. Залежність тиску повітря в кабіні екіпажу (Y, Па) від часу (X, с): 1 – експеримент, Н = 7100 м; 2 – розрахунок, Н = 7100 м; 3 – розрахунок, Н = 0

Вантажний відсік розгерметизовано, тиск повітря в ньому дорівнює атмосферному тиску. За результатами здобутих залежностей зміни тиску повітря в кабінах у льотних умовах від часу витікання повітря через нещільності було проведено числові дослідження встановленої залежності для визначення оптимального показника політропи (рис. 5.23).

Оцінювання впливу показника політропи на результати розрахунку проводили за рівних значень площі отвору. За умови значення показника політропи $n = 1$ знайдено максимальну розбіжність між розрахунком і експериментом. Похибка розрахункових значень тисків повітря в кабіні становила до 61 %. Ця залежність відповідає роботі [41]. Похибку такої залежності можна пояснити, насамперед,

неточністю задавання коефіцієнта витрати. Визначити коефіцієнт витрати через нещільності на практиці для реального відсіку складно або практично неможливо.

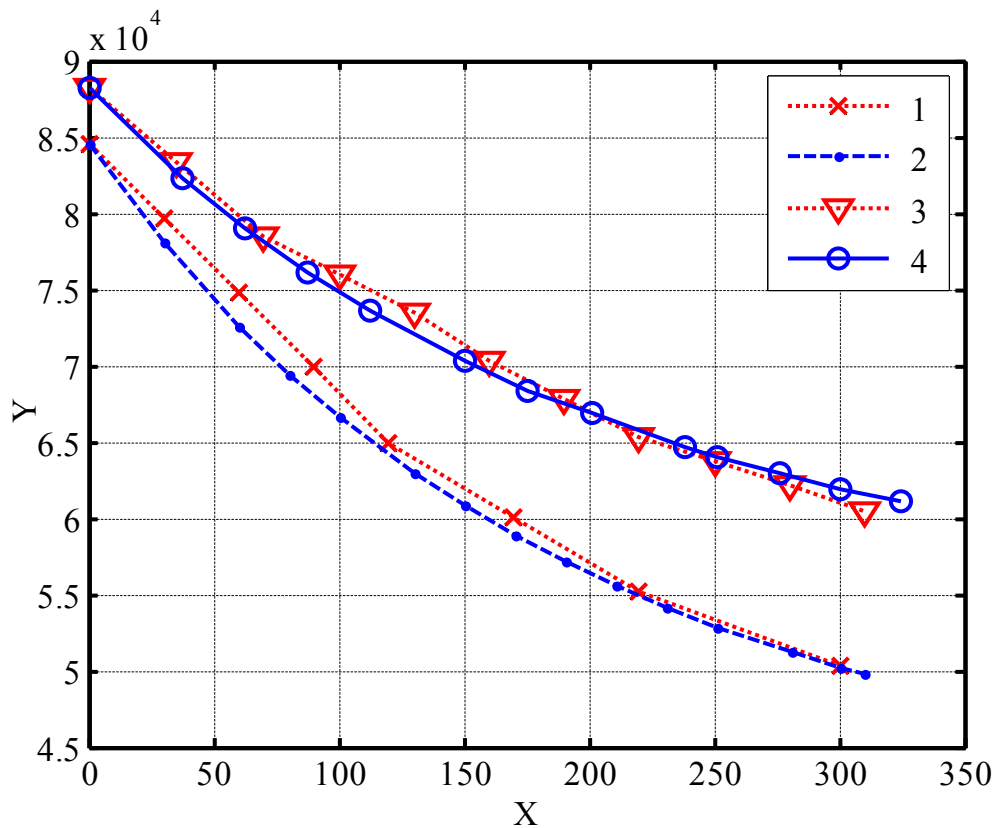


Рисунок 5.22. Залежність тиску повітря в кабіні супроводжувачів (Y , Па) від часу (X , с): 1 – експеримент, $H = 7100$ м; 2 – розрахунок, $H = 7100$ м; 3 – експеримент, $H = 5000$ м; 4 – розрахунок, $H = 5000$ м

Якщо вдається визначити коефіцієнт витрати для конкретного відсіку, то або він має змінне значення, або знаходять його середнє значення. У такому разі рівняння має значні розбіжності між розрахунком і експериментом протягом досліджуваного проміжку часу. Зменшення похибки у відповідності з рівнянням роботи [41] можливе за умови збільшення площі отвору, наприклад, у п'ять разів, тоді ми маємо оцінки розрахунку, близькі до залежності за $n = 1,3$. Така залежність має нестійкі оцінки під час прогнозування результатів розрахунку для інших умов експлуатації відсіків і обмежену сферу її застосування. Крім того, для рівняння відповідно до роботи [41] визначити коефіцієнт витрати реального відсіку в усьому діапазоні витрат газу з ГК практично неможливо.

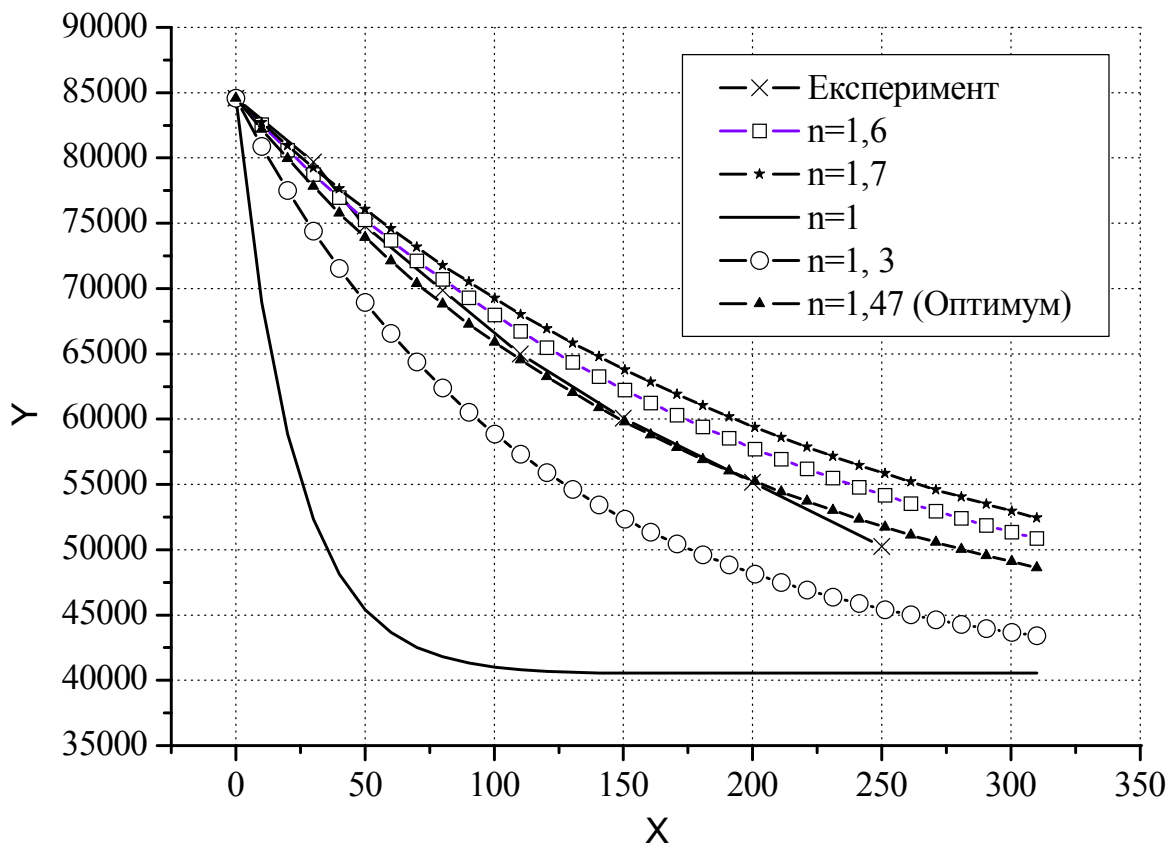


Рисунок 5.23. Залежність тиску повітря в кабіні екіпажу (Y, Па) від часу (X, с) і показника політропи (n) на висоті $H=7100$ м

У розробленій залежності за умови визначення течії повітря через нещільності невідомим параметром є показник політропи. Величину такого показника для реального відсіку визначають експериментально-статистичним методом. Таким чином, знайдений оптимальний показник політропи відображає як термодинамічні властивості досліджуваного процесу, так і властивості конкретного об'єкта. Для кабінки екіпажу знайдений оптимальний показник політропи $n = 1,47$, а для кабінки супроводжуючих – $n = 1,54$.

Якщо в процесі перевірки герметичності використовують регульовальні пристрої, які забезпечують перекриття подачі повітря в кабінку, то показник політропи може збільшуватися і досягати значень $n \approx 15$. У такому разі показник політропи відображає і характеристики регульовального пристрою, що істотно спотворює результати розрахунку і обмежує область використання такої залежності. З іншого боку, під час визначення такого рівня показників політропи можна за

допомогою розрахунків виділити в експериментальних вимірюваннях регулювальні пристрої і звести до мінімуму їх вплив на достовірність результатів розрахунку нещільності відсіку.

За результатами проведених експериментальних вимірювань часу розгерметизації кабін літака на висоті $H = 7100$ м за допомогою рівняння (2.14) знайдено такі характеристики кабін:

1. У кабіні екіпажу площа нещільності фюзеляжу становила $0,00157 \text{ м}^2$, а максимальний витік – $G = 0,4021 \text{ кг/с}$.

2. У кабіні супроводжуючих площа нещільності фюзеляжу становила $0,00112 \text{ м}^2$, а максимальний витік – $G = 0,273 \text{ кг/с}$.

Зіставлення результатів розрахунку і експерименту наведено для кабіни екіпажу на рис. 5.24, а для кабіни супроводжуючих – на рис. 5.22. На висоті $H = 7100$ м максимальна похибка розрахунку тиску повітря в кабіні екіпажу не

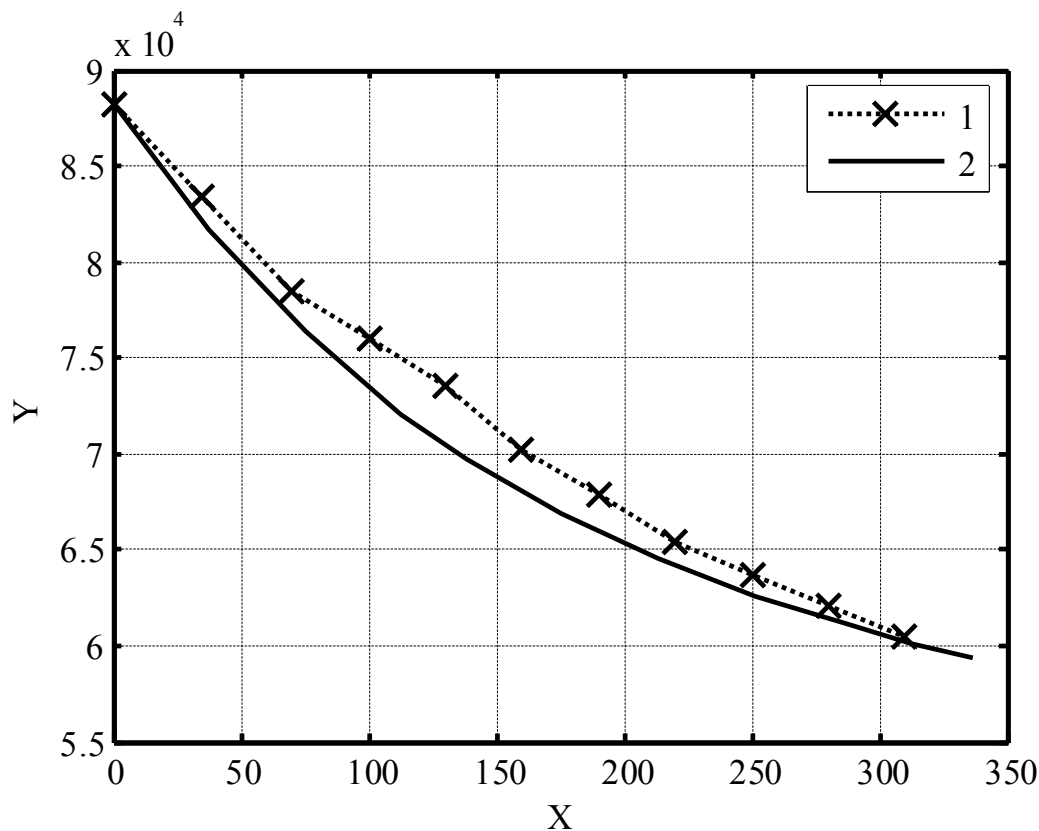


Рисунок 5.24. Залежність тиску повітря в кабіні екіпажу (Y , Па) від часу (X , с) на висоті $H = 5000$ м: 1 – експеримент; 2 – розрахунок

перевищувала 2,9 %, а в кабіні супроводжуваних – 3 %. Додаткову перевірку результатів розрахунку і експерименту було проведено на висоті $H = 5000$ м (рис. 5.22, рис. 5.24). Для цієї висоти польоту літака максимальна похибка розрахунку тиску повітря в кабіні екіпажу не перевищувала 5,4 %, а в кабіні супроводжуваних – 0,8%.

Таким чином, на підставі розробленого числового методу отримано функціональну залежність між параметрами в кабінах, які адекватно описують газодинамічні процеси на досліджуваних висотах. На підставі встановлених залежностей між параметрами кабіні фюзеляжу на висоті $H = 7100$ м і $H = 5000$ м визначено на землі розрахунковий час зміни надлишкового тиску повітря в кабінах. Для кабіні екіпажу воно становило 5 хв. (рис. 5.21), а для кабіні супроводжуваних – 5 хв. 49 с (рис. 5.25), що відповідає вимогам до даного класу об'ємів кабіні.

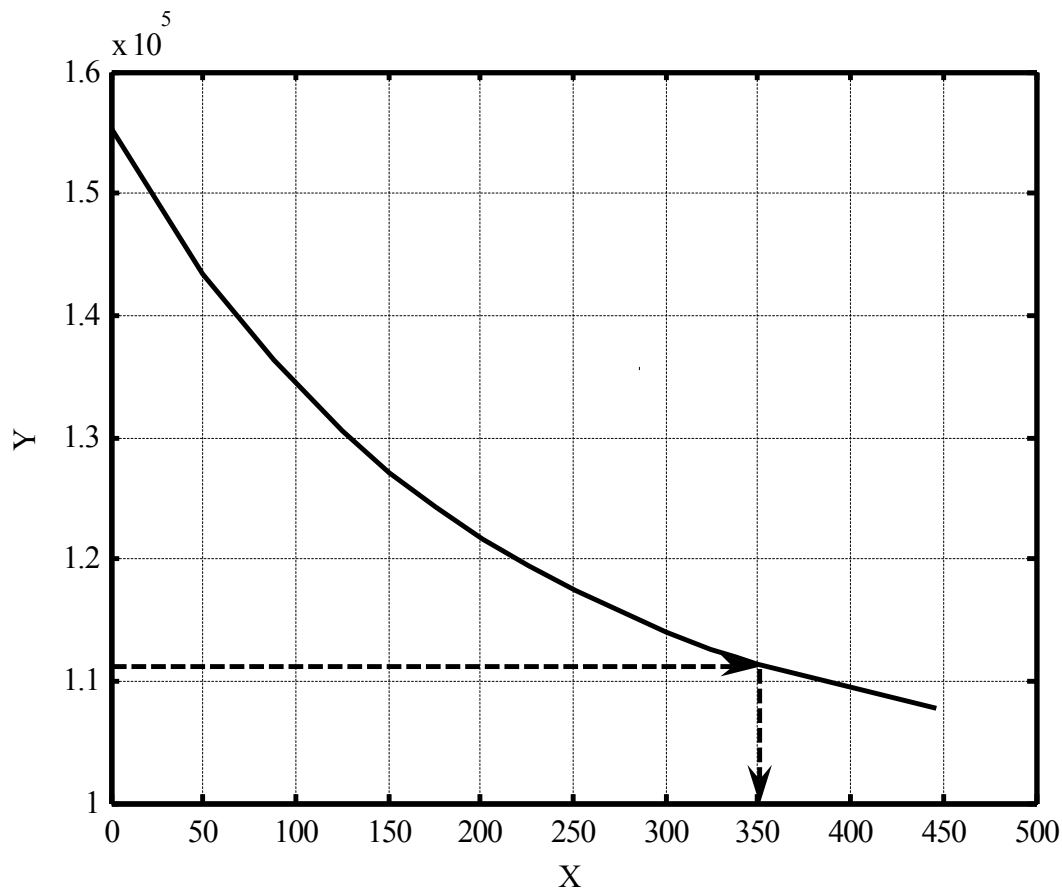


Рисунок 5.25. Залежність тиску повітря в кабіні супроводжуваних (Y , Па) від часу (X , с) на висоті $H = 0$