

Хлистун О.І., канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0009-0001-9063-6066

Бадах В.М., канд. техн. наук,

ORCID: 0009-0009-2361-1123

Нетреба В.П., Степанян М.С.,

Державний університет

«Київський авіаційний інститут»

ФАКТОР НЕКОНТРОЛЬОВАНОГО ВИТОКУ ПОВІТРЯ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ НАДДУВУ ГЕРМЕТИЧНОЇ КАБІНИ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА

Кабіни сучасних висотних ЛА мають тільки певний ступінь герметичності – через нещільності та отвори, з фюзеляжу безперервно відбувається неконтрольований виток повітря (НВП).

Витрата стисненого повітря суттєво впливає на паливну ефективність ЛА.



Рисунок 1 – Співвідношення витрат палива на систему наддуву [2]

Вимоги до наддуву та вентиляції кабін ЛА як за нормальних умов польоту, так і під час відмови джерел стисненого повітря наведені у правилах Федеральної авіаційної адміністрації США [1].

Проблема НВП з герметичних кабін ЛА переважно розглядається побічно у контексті досліджень систем наддуву ГК [3, 4, 6, 7], хоча, за даними роботи [4], НВП може складати до 50% від загальної витрати повітря на СН.

В роботі [5], визначені умови, за яких виникає максимальний НВП з герметичної кабіни ЛА для лінійного закону наддуву, (рисунок 2, крива 3).

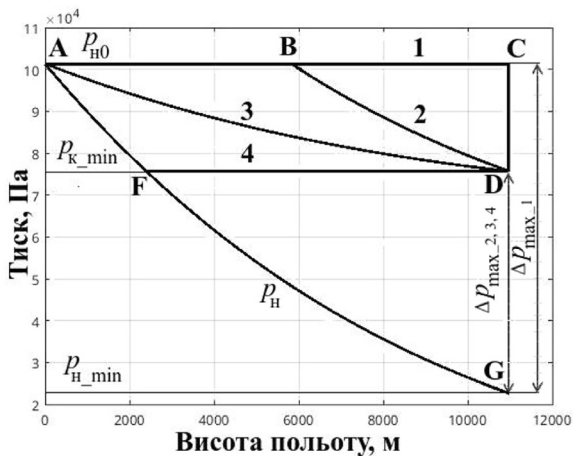


Рисунок 2 – Закони наддуву ГК ЛА (створення заданого тиску p_k):
 1 – ABC; 2 – ABD; 3 – AD; 4 – AFD, p_n – AFG.

Зважаючи на залежність НВП від закону наддуву ГК, необхідно мати математичний апарат для дослідження цієї залежності, який також дозволяє визначати закон наддуву ГК, за якого НВП є мінімальним.

Функціональний простір множини законів наддуву ГК,

$$\left\{ \varphi(p_H) \mid \langle p_H, \varphi(p_H) \rangle \subset \mathbb{R}^+ \times \mathbb{R}^+ : p_k = \varphi(p_H) \right\},$$

потрібно підпорядкувати функції обмежень $\omega \circ \varphi(p_H)$, які зумовлені вимогою щодо максимально припустимої швидкості змінення тиску в ГК. Цільовий функціонал має мінімізувати НВП, $\dot{m}_{\text{НВП}}(p_H, \omega \circ \varphi(p_H))$, у продовж польоту, тобто $I[\dot{m}_{\text{НВП}}] \rightarrow \min$.

Висновки та подальший напрямок досліджень

1. На теперішній час практично відсутні роботи, з дослідження проблеми неконтрольованого витоку повітря з герметичних кабін ЛА у висотному польоті.

2. Існує нагальна потреба в розробленні математичного апарату для дослідження залежності неконтрольованого витoku повітря з герметичних кабін ЛА від закону наддуву ГК, який дозволяє мінімізувати цей виток.

Список використаних джерел

1. 14 Code of Federal Regulations Part 25 (2025) Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes. Federal Aviation Administration, U.S. Department of Transportation.

2. Bender D. (2019) Exergy Based Analysis of Aircraft ECS and its Integration into Model Based Design, Doctoral thesis. Technische Universität, Berlin, Bundesrepublik Deutschland, Berlin.

3. Kanhaiya Lal Chaurasiya, Bishakh Bhattacharya, AK Varma and Sarthak Rastogi (2020) Dynamic modeling of a cabin pressure control system. Proc IMechE Part G: J Aerospace Engineering 2020, Vol. 234(2) pp. 401–415.

4. Kurokawa F.Y., de Andrade, C.R., and Zaparoli E.L. (2005) Determination of the outflow valve opening area of the aircraft cabin pressurization system. Proceedings of COBEM 2005, 18th International Congress of Mechanical Engineering November 6–11, 2005, Ouro Preto, MG.

5. Malyshko P.O., and Khlystun, O.I. (1991) On the issue of assessing the degree of tightness of the transport aircraft fuselage. Aviation Industry, 1991, № 10, pp. 3–4 (in russian).

6. Ramos F.D., de Andrade, C.R., and Zaparoli E.L. (2005) Computational simulation of an aircraft cabin pressure control system. Proceedings of COBEM 2005, 18th International Congress of Mechanical Engineering November 6–11, 2005, Ouro Preto, MG.

7. Zhao Zhang, Zhong Yang, Si Xiong, Shuang Chen, Shuchang Liu, and Xiaokai Zhang (2021) Simple Adaptive Control–Based Reconfiguration Design of Cabin Pressure Control System. Hindawi Complexity, Volume 2021, Article ID 6635571.