

5. *Brown, R. A., and A. G. Evans (1990): GPS Pointing System Performance, Proceedings of the Third International Technical Meeting of The Satellite Division of The Institute of Navigation, GPS-90, Colorado Springs, Colorado, September 19-21, 1990.*
6. *Brown, R. (1992): Instantaneous GPS Attitude Determination, Proceedings of IEEE Position Location and Navigation Symposium, PLANS '92, Monterey, California, March, 1992.*

УДК 629.7, 629.7.022

**О. Л. Лемко, К. О. Предаченко**

## **АНАЛІЗ КОМПОНУВАЛЬНИХ СХЕМ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗІ СКЛАДЕНИМ КРИЛОМ**

### **Вступ**

Економічна ефективність експлуатації літальних апаратів (ЛА) залежить в значній мірі від аеродинамічної якості та відносної маси конструкції. На сьогодні літаки класичної схеми вичерпали резерви їх удосконалення, для цього потрібний перехід до нових компоновальних схем.

Однією з таких схем являється схема зі складеним крилом, яка відома в різних варіаціях: *joined wing* [1], *box wing* [2], *Prandtl Plane* [3].

Компоновальна схема ЛА зі складеним крилом має ряд суттєвих переваг порівняно з класичною аеродинамічною схемою та конструктивно-силовою схемою вільнонесучого моноплану: забезпечення високих значень аеродинамічної якості [4], суттєво зменшує діючий в лонжеронах згинальний момент завдяки рознесенню консолей по вертикалі [1]. Проте складність форми вносить моменти відносно інших осей і крило потребує відмінної від типової конструктивно-силової схеми кесону [1].

Відомо декілька варіацій компоновки з складеним крилом, але відсутній їх порівняльний аналіз, недосліджене питання стійкості та керованості ЛА з складеним крилом і його поведінка в випадку зривного обтікання, зокрема штопору.

### **Постановка проблеми**

Тому актуальною проблемою практичної реалізації ЛА зі складеним крилом є знаходження оптимальної компоновки за критерієм аеродинамічної якості.

## Розрахункова модель

Для визначення аеродинамічних характеристик використовувався панельно-вихровий метод симетричних особливостей, що реалізований в програмі PANSYM розробки ЦАГІ. Обчислено характеристики ряду компоновок з різним взаємним розташуванням консолей крила, які відрізнялись стріловидністю консолей (рис. 1), та кутом поперечного V (рис. 2). Також компоновки варіювались положенням передньої консолі відносно задньої – з виносом вгору чи вниз.

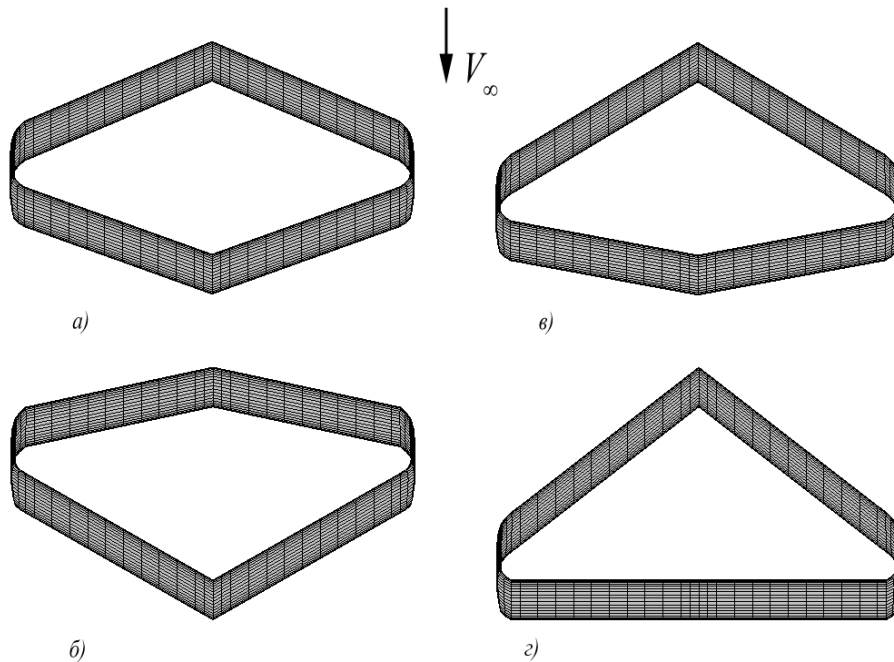


Рис. 1. Вигляд в плані розрахункових моделей ЛА з замкненою просторовою системою крил

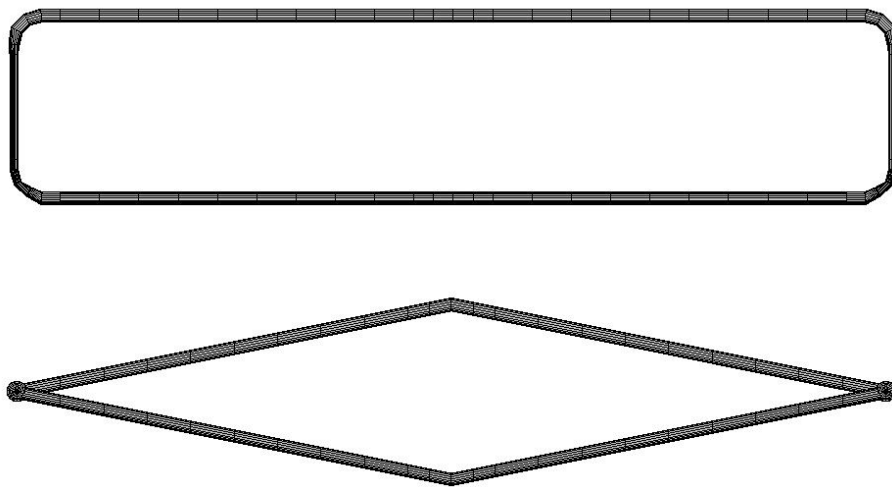


Рис. 2. Вигляд в фронтальній проекції розрахункових моделей ЛА з замкненою просторовою системою крил

## Розділ 1. Інформаційні системи

Таким чином всього було розглянуто 16 компоновок – 4 варіанта стріловидності консолі, 2 варіанта поперечного V (відповідно відомим в літературі компоновкам Box-wing та Joined-wing). Геометричні параметри компоновок наведені в таблиці.

**Таблиця**

*Геометричні параметри компоновок*

| Найменування параметру                 | Значення для різних варіантів компоновок |       |       |       |
|--|--|-------|-------|-------|
|  | а)                                       | б)    | в)    | г)    |
| Площа крила, м <sup>2</sup>            | 20                                       |       |       |       |
| Розмах крила, м                        | 10                                       |       |       |       |
| Хорда крила, м                         | 1  |       |       |       |
| Відстань між консолями по вертикалі, м | 2  |       |       |       |
| Профіль крила                          | P274-15                                  |       |       |       |
| Стріловидність передньої консолі, град | 22,97                                    | 12    | 30,55 | 37,73 |
| Стріловидність задньої консолі, град   | 19,71                                    | 29,67 | 10,39 | 0     |
| Узагальнений параметр $\bar{x}$        | 0,43                                     | 0,33  | 0,63  | 0,77  |

Для зручності представлення результатів і аналізу їх взаємозв'язку з геометрією, був введений узагальнений параметр  $\bar{x}$ , що визначає стріловидність консолей – координата середини відрізка, який сполучає передню кромку кінцевої хорди передньої консолі крила з задньою кромкою кінцевої хорди задньої консолі крила, віднесений до відстані між аналогічними точками кореневих хорд.

### Критерії оцінки

Для оцінки аеродинамічної ефективності розглянутих компоновок запропоновано два критерія оцінки:

- Максимальне значення  $K_{\max} / \sqrt{C_y}$  та відповідне йому значення  $c_{y_{\text{нв}}}$  - яке відповідає максимальній дальності польоту по прямій. Критерій, отриманий з формули Бреге [5] розрахунку дальності польоту, шляхом виключення постійних величин та членів, що не стосуються аеродинамічної компоновки.
- Максимальне значення  $K_{\max}$ , яке відповідає найбільшій тривалості польоту, оскільки вона прямо залежить від витрати палива, яка визначається потрібною тягою силової установки, що безпосередньо пов'язано з значенням  $K_{\max}$ .

## Результати експерименту

Отримані залежності обраних критеріїв оцінки від геометричних параметрів при  $M = 0.15$  та  $Re = 10^6$  (рис. 3 та рис. 4).

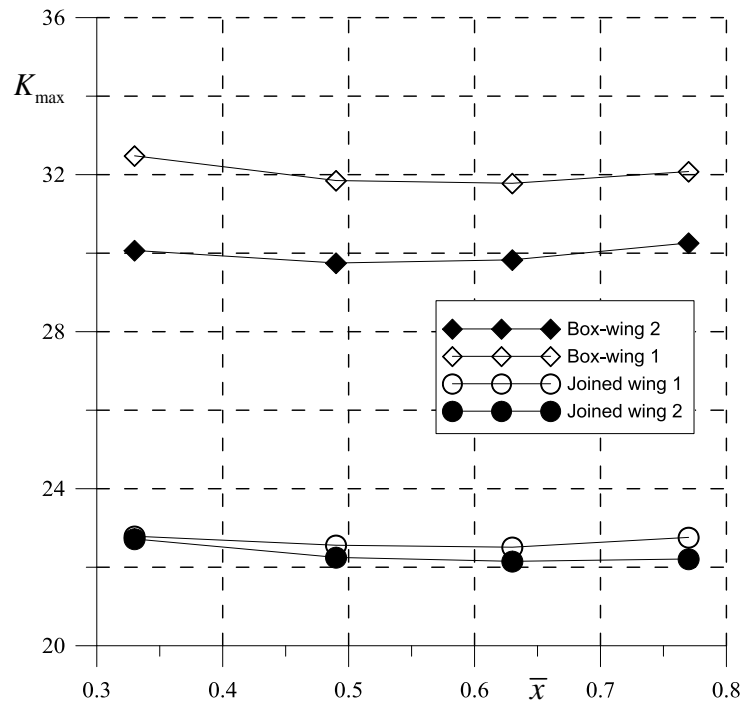


Рис. 3. Графік залежності  $K_{\max} = f(\bar{x})$  для компоновок різних типів, де індекс 2 – розміщення передньої консолі вище задньої, 1 відповідно навпаки

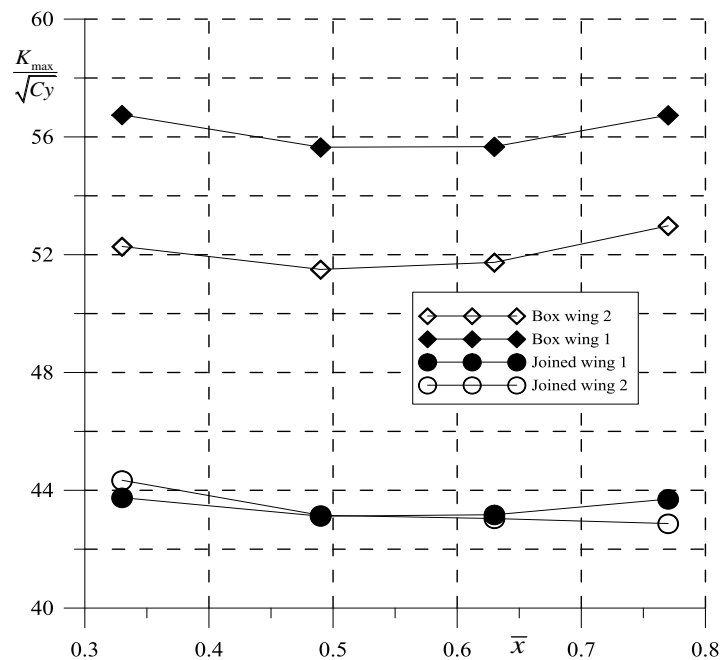


Рис. 4. Графік залежності  $K_{\max} / \sqrt{C_y} = f(\bar{x})$  для компоновок різних типів

## Висновки

Проведені дослідження дозволяють встановити:

- в компоновці box wing більш ефективним с точки зору критеріїв  $K_{\max}$  та  $K_{\max}/\sqrt{C_y}$  є розміщення переднього крила вище заднього. Для компоновки joined wing вплив взаємного розміщення консолей по вертикалі не суттєвий;
- найкращою за критеріями  $K_{\max}$  та  $K_{\max}/\sqrt{C_y}$  є компоновка типу box wing з стріловидністю переднього крила  $37^\circ$  по передній кромці та нульовою стріловидністю заднього;
- компоновка типу joined wing значно програє компоновці box wing за аеродинамічними критеріями оцінки ефективності внаслідок негативної інтерференції в зоні стику несучих поверхонь, що утворюють гострий кут, і навіть гірше простого плоского крила такої ж площі та розмаху.

## Список використаної літератури

1. Wolkovitch J. The Joined Wing: An Overview, AIAA paper 45285-587, J. Aircraft, 23(2), pp 161-178, 1986.
2. Luis R. Miranda "Boxplane wing and aircraft" U.S. Patent n.3834654 Sept.10,1974.
3. A. Frediani "Development of an innovative configuration for Transport Aircraft; A project of five Italian universities" / A. Frediani, L. Balis Crema, G. Chiocchia, G. L. Chringhelli, L. Morino XXVII Congresso AIDAA, Roma, 2003.
4. L. Prandtl "Induced drag of multiplanes" NACA TN 182, 1924.
5. Ударцев Е. П., Переверзев А. М., Ищенко С. А. Эксплуатационная аэродинамика. Траекторные задачи: Учебное пособие. Киев: КМУГА, 1998 - 136с.

УДК: 519.6:519.853:681.3

В. П. Зинченко, Ли Вей, А.В.Сарибога

## АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ВЕСОВ

## Введение

Механические аэродинамические весы (МAB) являются основным оборудованием аэродинамической трубы (АДТ) при весовых испытаниях модели летательного аппарата (МЛА) [1] (рис. 1). МAB используются для