

І. А. Філонова¹, бакалавр, Г. А. Вірченко², професор, д.т.н.,
Д. М. Зінченко³, доцент, к.т.н.

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ КОМПОНУВАННЯ НА АЕРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛІТАКА КЛАСУ «БІЗНЕС-ДЖЕТ»

En

The study is devoted to determining the influence of the parameters of the "business jet" class layout on its basic aerodynamic characteristics- the maximum value of aerodynamic perfection, characteristics of longitudinal stability and bearing properties, depending on the layout parameters - the general layout scheme, the position of the gondola propellers, the type of wing mechanization, layout options finite aerodynamic surface. .

Using the methods of computational aerodynamics (panel-vortex method of symmetric peculiarities) the influence of the layout parameters on the aerodynamic characteristics of the "business jet" class airplane is investigated. During the dissertation researches with the help of created calculation models, the effect of the general scheme of aircraft layout, the location of the gondola of the propulsors, the application of the final aerodynamic surface, and the aerodynamic characteristics of the layout with the mechanization involved are investigated.

Based on the analysis of the mathematical modeling results, the aerodynamic layout of the "business jet" class aircraft is defined, which is a low plan with motions located on the upper surface, Fowler's flap and the finite aerodynamic surfaces. The aerodynamic characteristics were obtained and the analysis of the maximum value of bearing properties, aerodynamic perfection and stability characteristics was carried out. The basic flight characteristics of the "business jet" class airplane are determined.

Ru

С помощью методов вычислительной аэродинамики (панельно-вихревой метод симметричных особенностей) исследовано влияние параметров компоновки на аэродинамические характеристики самолета класса «бизнес-джет». В ходе диссертационных исследований с помощью созданных расчетных моделей исследовано влияние общей схемы компоновки самолета, расположение по высоте гондол двигателей, применение конечной аэродинамической поверхности, исследованы аэродинамические характеристики компоновки с задействованной механизацией. Полученные аэродинамические характеристики, осуществлен анализ максимального значения несущих свойств, аэродинамического совершенства и характеристик устойчивости. Определены основные летно-технические характеристики компоновки самолета класса «бизнес-джет».

¹ КПІ ім. Ігоря Сікорського

² КПІ ім. Ігоря Сікорського

³ КПІ ім. Ігоря Сікорського

Вступ

Останнім часом попит на пасажирські авіаперевезення зростає. З'являється потреба швидкої підготовки пілотів для стрімкозростаючого ринку пасажирських авіаперевезень. На сьогодні підготовка пілотів комерційних літаків займає багато часу і коштів, так як не існує спеціалізованого учбово-тренувального літака для підготовки пілотів.

Розробка спеціалізованого навчально-тренувального літака, подібного за своїми параметрами до літак класу «бізнес-джет», який може бути застосований для підготовки пілотів комерційних літаків є актуальною темою не тільки для вітчизняного літакобудування, а й для літакобудування взагалі. У систему керування такого літака можна завантажити модель поведінки будь-якого комерційного літака, що зменшить вартість підготовки пілота та підніме її на вищий рівень так як пілот буде керувати літаком класу «бізнес-джет» із моделлю поведінки, наприклад, Ан 148.

Із аналізу літератури [1], [2] стає зрозуміло, що питанням удосконаленням підготовки пілота комерційного літака не займались. У той час, як для військових цілей було розроблено і впроваджено в експлуатацію ряд спеціалізованих учбово-бойових літаючих платформ. Підготовка військових льотчиків займає набагато менше часу бо існують спеціалізовані учбово-тренувальні літаки, а саме, польський УТЛ *Bielik* і російський ЯК-130. У них закладена можливість моделювання поведінки різних військових літаків наприклад Су-27.

Постановка задачі

На базі аналізу аеродинамічних компонувань літаків класу «бізнес-джет» визначити їхні особливості, сформулювати основні вимоги до прототипу літаючої платформи, враховуючи вимоги безпеки польотів. Запропонувати конструктивні рішення, що дозволить отримати задані аеродинамічні характеристики літака-аналога та реалізувати закони керування комерційних літаків. На базі запропонованих принципів створити розрахункові моделі прототипу літака класу «бізнес-джет», для проведення параметричних досліджень.

Методика досліджень

Методика досліджень проводилась із використанням методів обчислюваної аеродинаміки, а саме, панельно-вихрового методу симетричного обтікання [3], вдосконаленим для дослідження аеродинамічних характеристик компонувань дозвукових комерційних літаків [4].

Розрахункові моделі

Для визначення впливу параметрів компоновання літака класу «бізнес-джет» було створено низку розрахункових моделей для панельно-вихрового методу. Характерні розміри основної несучої схеми («крило+фюзеляж») наведені нижче на рис. 1 та у табл. 1:

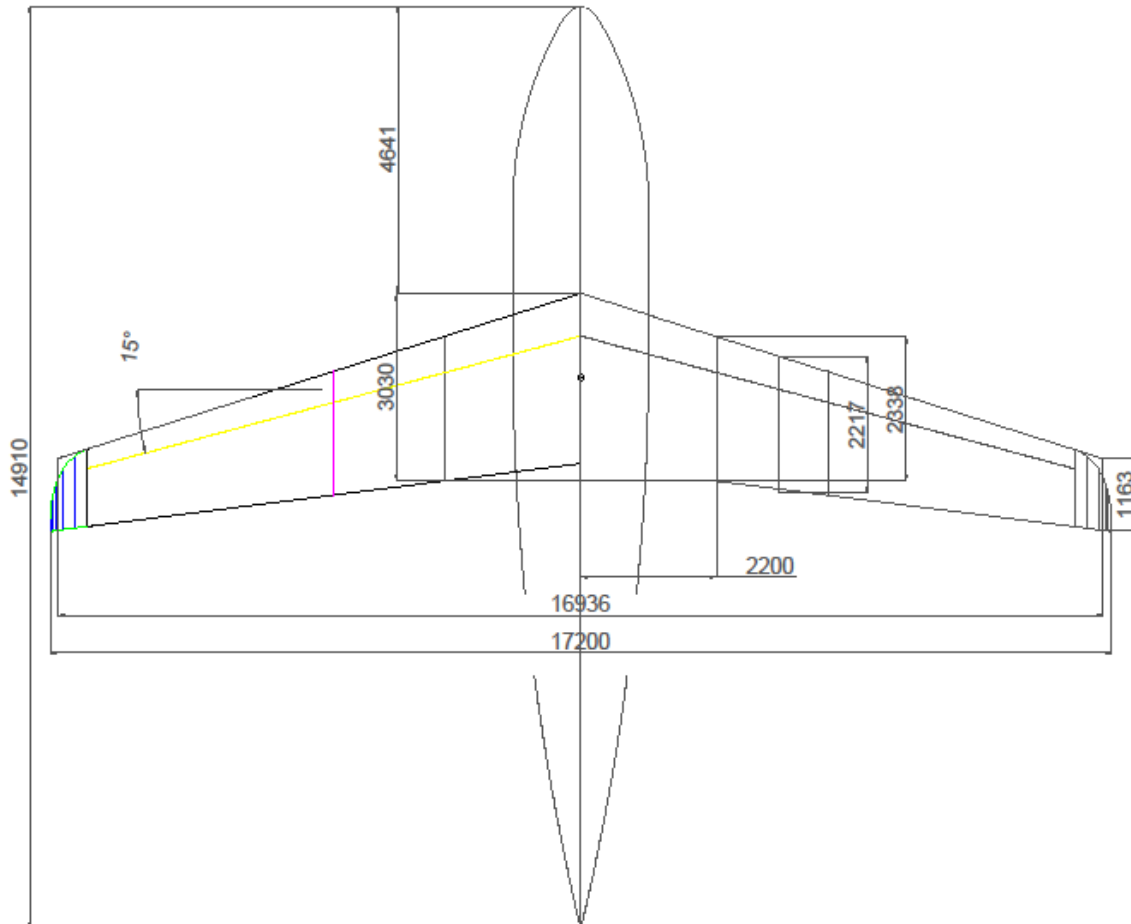


Рис. 1. Характерні розміри основної несучої схеми літака класу «бізнес-джет»

Таблиця 1.

Характерні розміри основної несучої схеми літака класу «бізнес-джет»

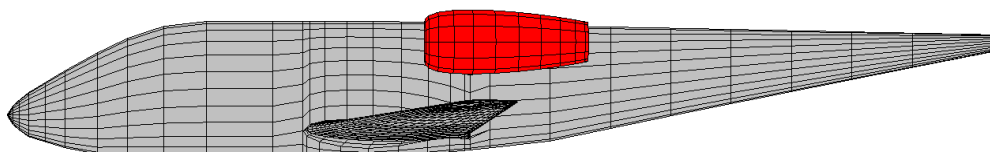
Площа крила	S	=	33,75 м ²
Розмах крила теоретичний	l	=	16,94 м
Розмах крила габаритний	l_{\max}	=	17,2 м
Видовження крила	l	=	8,5
Кут стрілоподібності	$X_{1/4}$	=	15 град
Звуження теоретичне	η	=	2,6

Розділ 2. Механіка

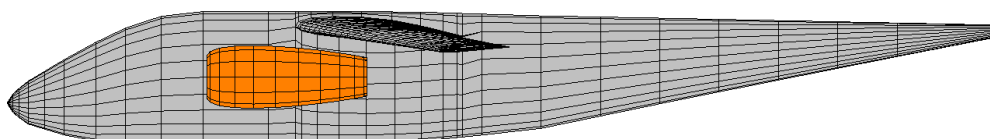
Довжина фюзеляжу	l_{Φ}	=	14,91 м
Діаметр фюзеляжу	d_{Φ}	=	2,208 м

Зовнішній вигляд розрахункових моделей, призначений для дослідження впливу загальної схеми компоновки приведені на рис. 2.

Низькоплан



Високоплан, варіант 1



Високоплан, варіант 2

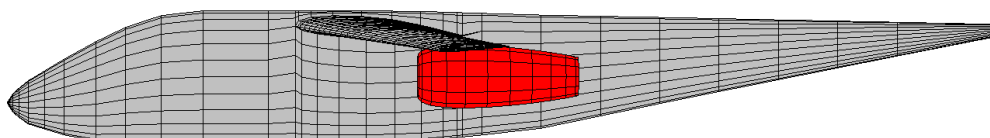
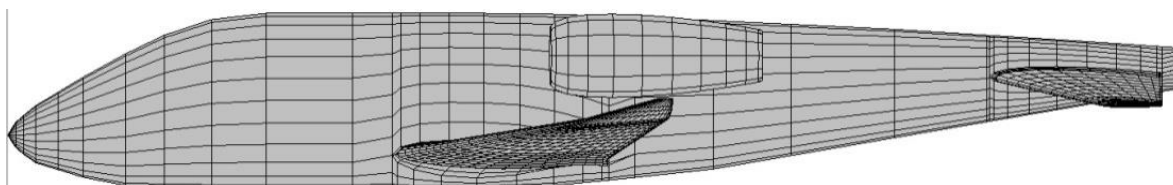


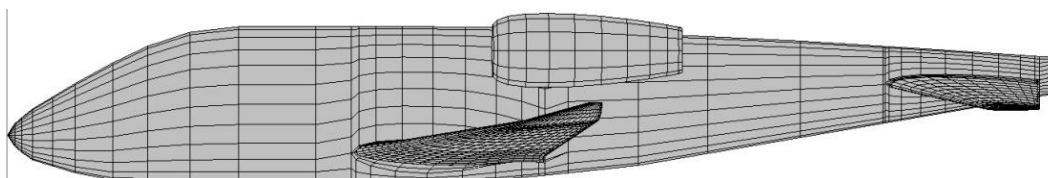
Рис. 2. Літак класу «бізнес-джет». Розрахункові моделі загальних схем компоновки

Зовнішній вигляд розрахункових моделей, призначений для дослідження впливу висоти розташування гондоли рушія приведені на рис. 3:

$Y=1$ м



$Y=1,2$ м



$Y=1,4$ м

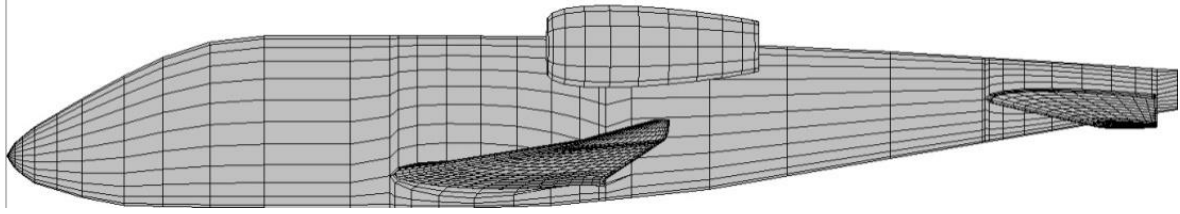


Рис. 3. Літак класу «бізнес-джет». Розрахункові моделі дослідження впливу висоти розташування гондоли рушія

Зовнішній вигляд розрахункових моделей, призначений для дослідження впливу кінцевої аеродинамічної поверхні (КАП) приведені на рис. 4:

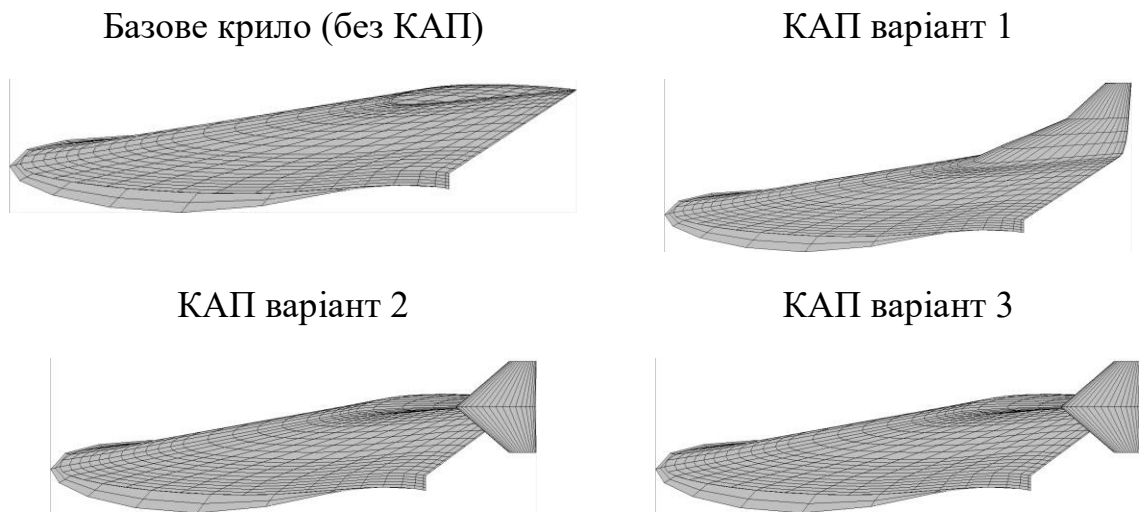


Рис. 4. Літак класу «бізнес-джет». Розрахункові моделі дослідження кінцевої аеродинамічної поверхні

Дослідження аеродинамічних характеристик літака класу «бізнес-джет» із відхиленою механізацією виконувалось за допомогою розрахункової моделі, показаної нижче на рис. 5.

Результати дослідження

На рис. 6 наведено порівняння аеродинамічної досконалості досліджених варіантів схем загального компонування.

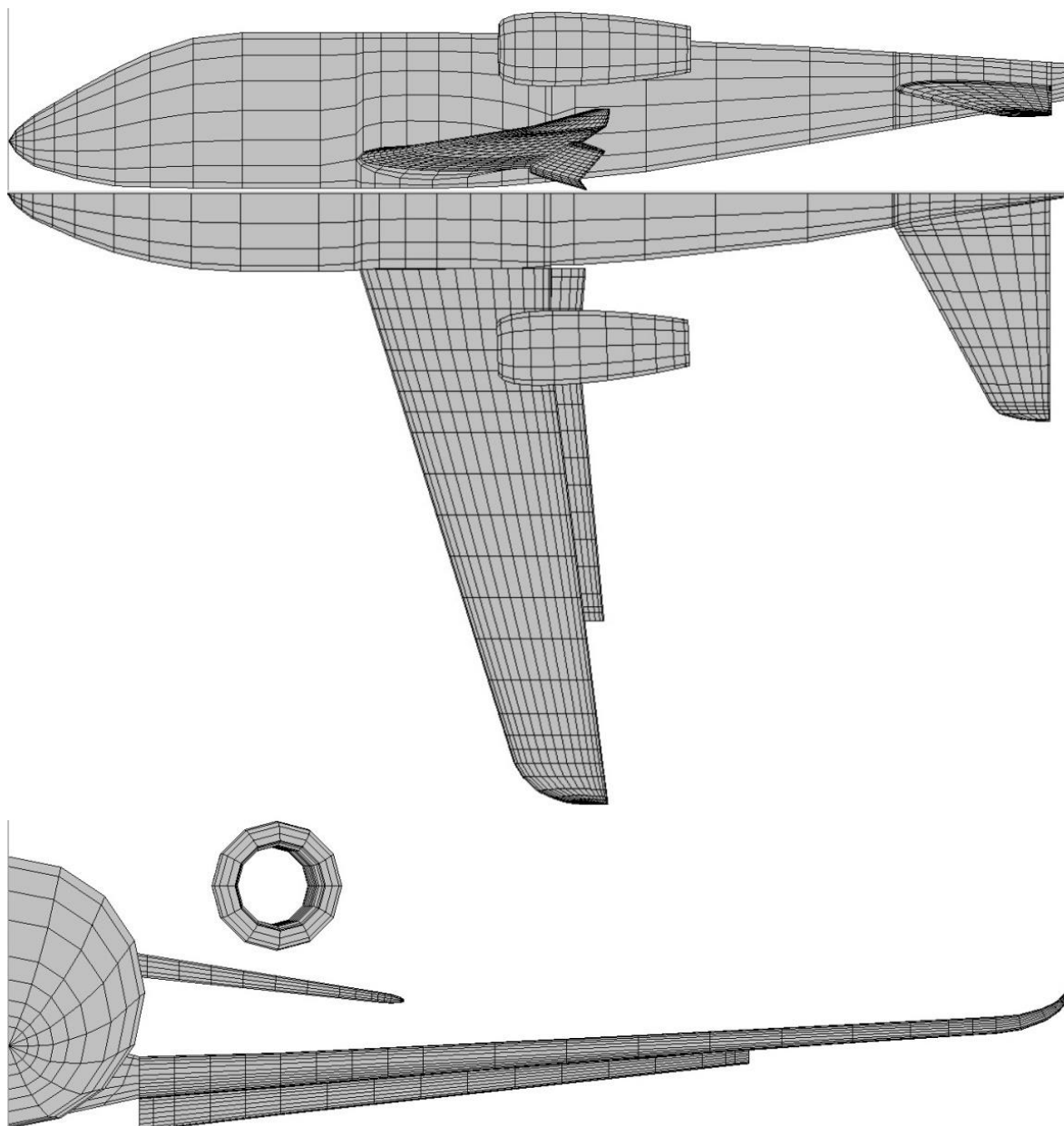


Рис 5. Літак класу «бізнес-джет». Розрахункова модель із задіяною механізацією

Вплив висоти розташування гондоли рушія у вигляді залежності похідної повздовжнього моменту від коефіцієнту підйимальної сили $m_z^{C_y}$ від відносної швидкості реактивного струменю V_J для різних значень висоти розташування гондоли рушія подано нижче на рис.7 .

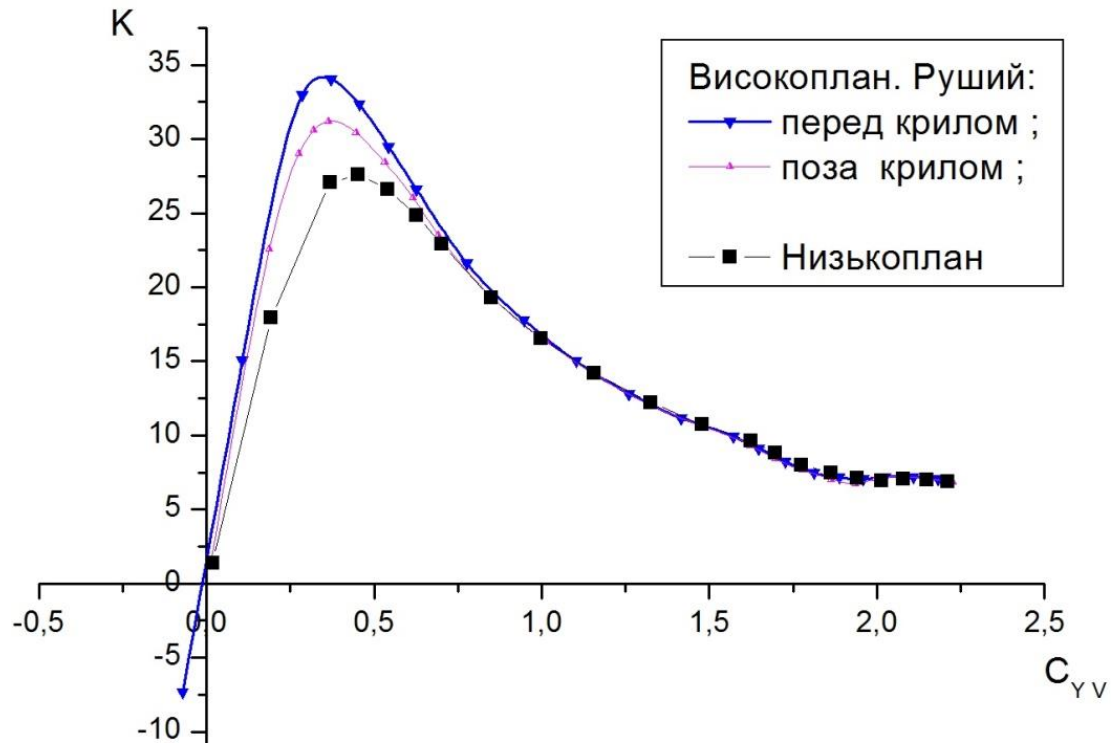


Рис. 6. Літак класу «бізнес-джет». Залежність $K(C_{YV})$. Варіанти композивання

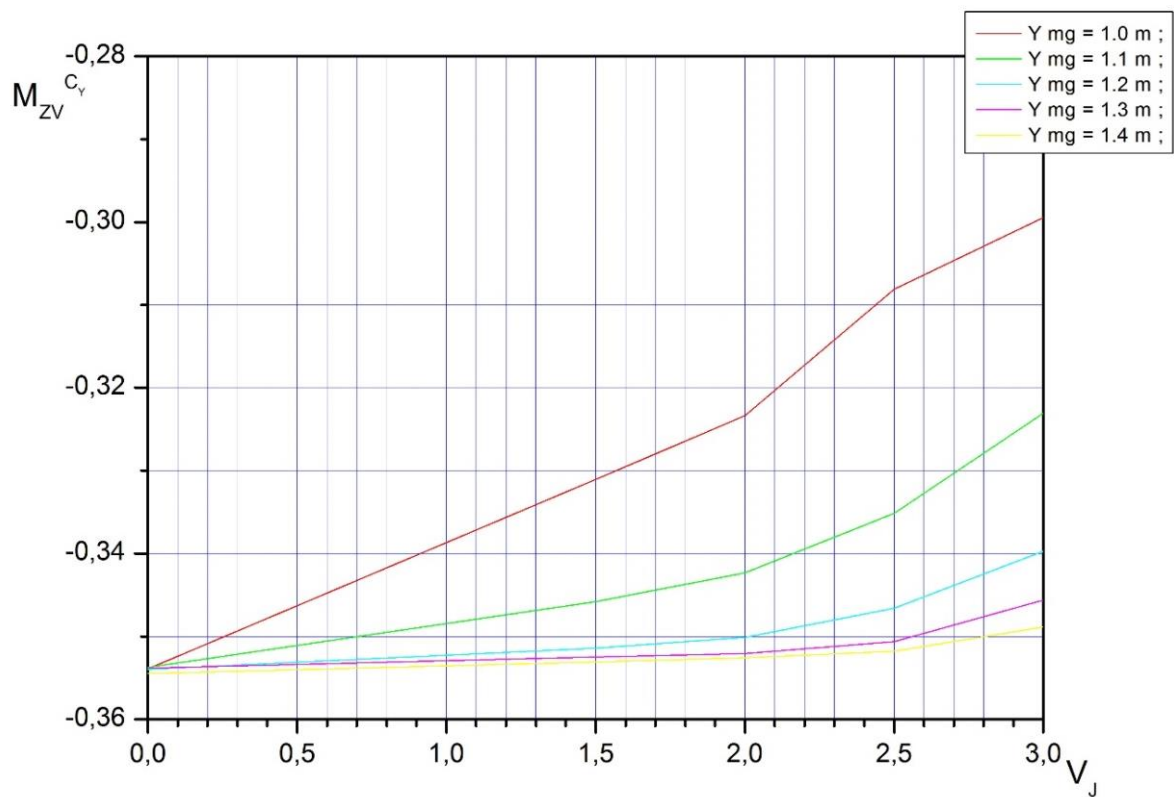


Рис. 7. Літак класу «бізнес-джет». Залежність $m_z^{C_Y}(V_j, Ymg)$

Розділ 2. Механіка

Значення максимального рівня аеродинамічного компоунання для різних варіантів компоунання кінцевої аеродинамічної поверхні наведені на рис. 8.

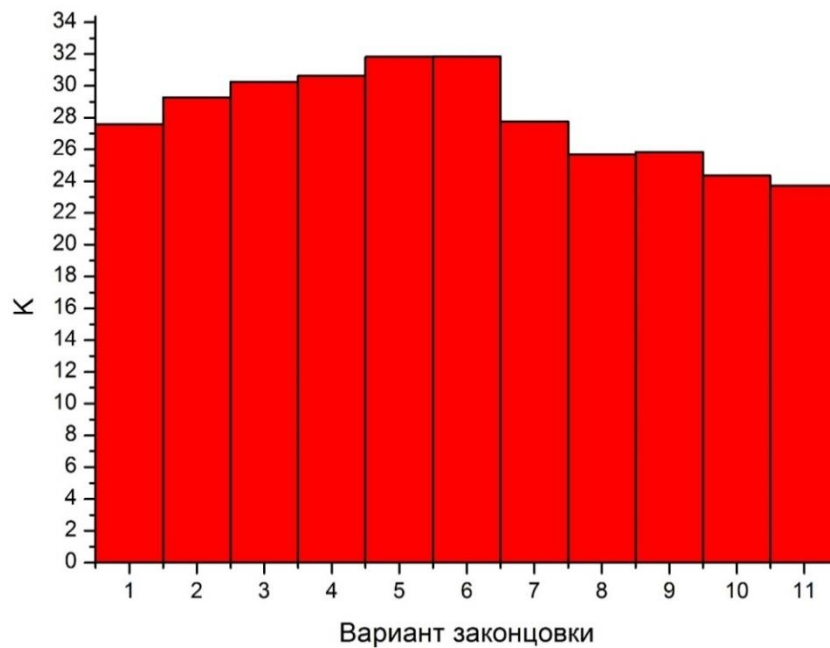


Рис. 8. Літак класу «бізнес-джет». Залежність K_{\max} від типу КАП

Аеродинамічні характеристики розрахункових моделей літака класу «бізнес-джет» із задіяною механізацією наведені на рис. 9 – рис. 11

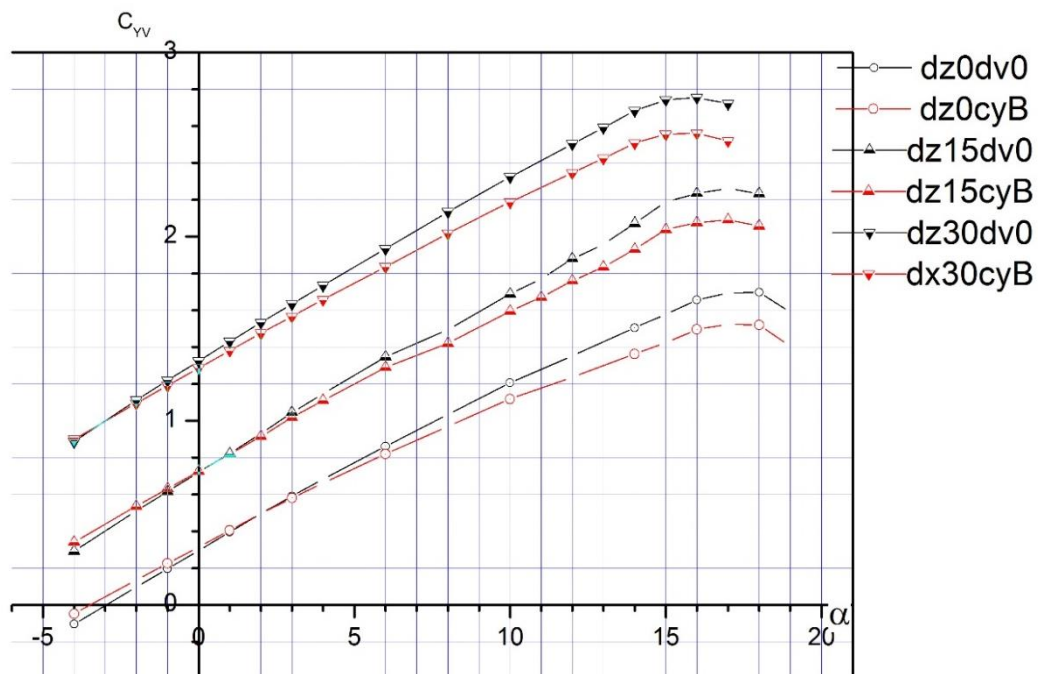


Рис. 9. Літак класу «бізнес-джет». Залежність $C_y(\alpha)$ для збалансованого і незбалансованого режимів. Конфігурації крейсерського польоту, зльоту та посадки

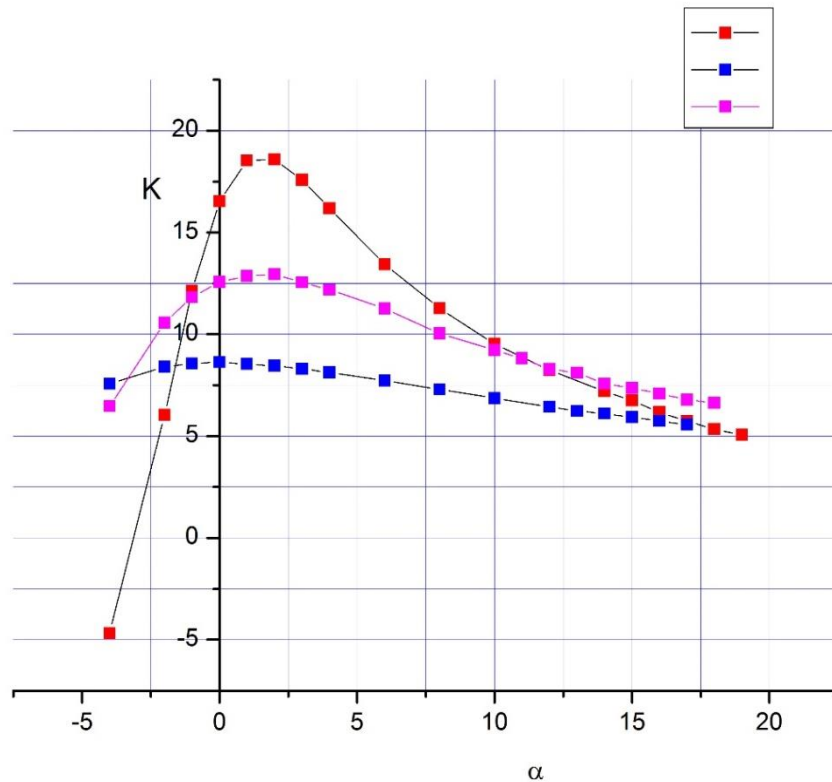


Рис. 10. Літак класу «бізнес-джет». Залежність $K(\alpha)$ для збалансованого і незбалансованого режимів. Конфігурації крейсерського польоту, зльоту та посадки

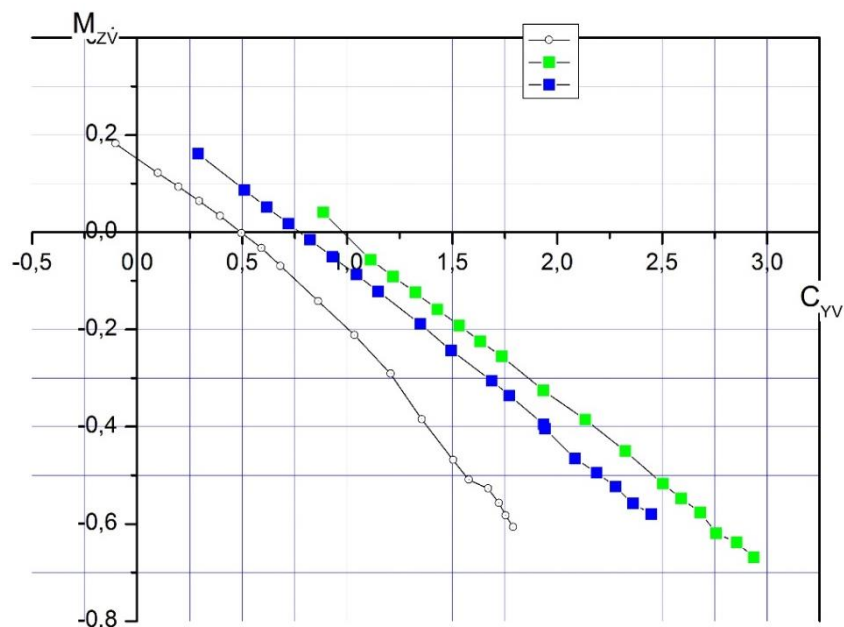


Рис. 11. Літак класу «бізнес-джет». Залежність $M_{zv}(C_{yv})$ для збалансованого і незбалансованого режимів. Конфігурації крейсерського польоту, зльоту та посадки

Розділ 2. Механіка

Розподіл аеродинамічного навантаження на поверхні розрахункових моделей що відповідають із прибраної та задіяною механізацією наведено на рис. 12 – рис. 14.

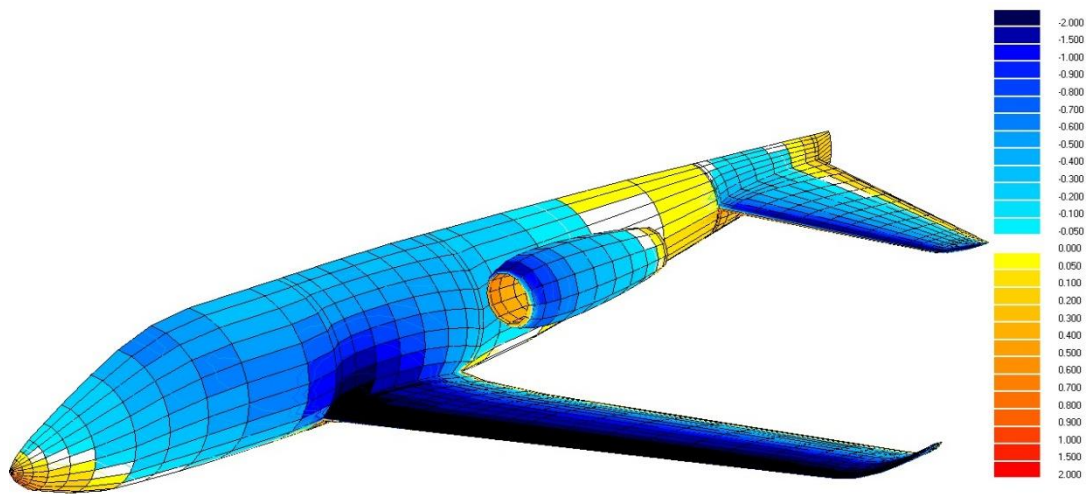


Рис. 12. Розподіл тиску у разі $\alpha_{зв.} = 16^\circ$ у крейсерській конфігурації

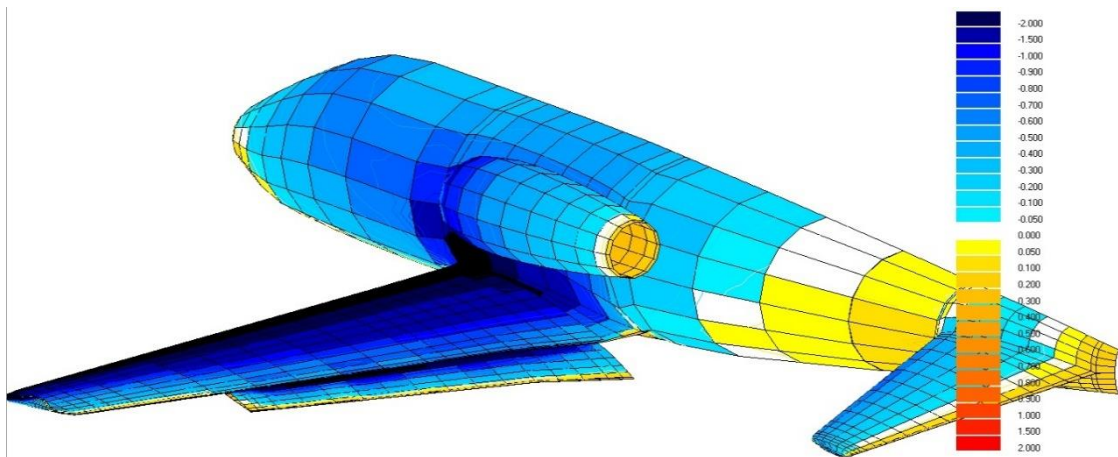


Рис. 14. Розподіл тиску у разі $\alpha_{зв.} = 15^\circ$ у конфігурації злету

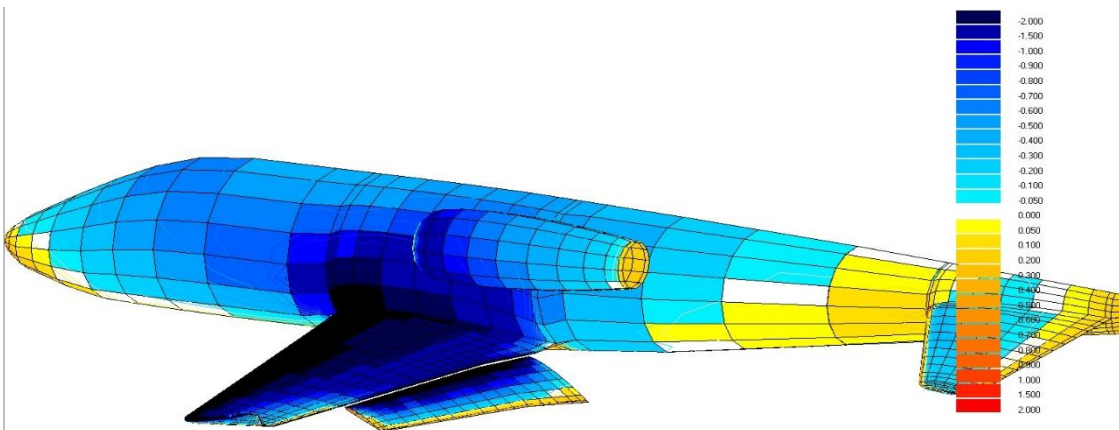


Рис. 15. Розподіл тиску при $\alpha_{зв.} = 14^\circ$ у конфігурації посадки

Висновки

На підставі аналізу аеродинамічних компоновок сучасних літаків бізнес-класу за результатами комплексного аналізу аеродинамічних характеристик та загального компонування встановлено найбільш прийнятну несучу схему літака класу «бізнес-джет» – низькоплан із рушіями, розташованими над верхній поверхні крила.

Як бачимо із рис. 7 найбільший вплив на характеристики стійкості відбувається у разі мінімальної висоти розташування рушія.

Кінцева аеродинамічна поверхня здатна у залежності від реалізованого варіанту збільшити максимальне значення аеродинамічної досконалості до $\Delta K = +4$ од.

Задіяння механізації крила у вигляді закрилку Фаулера здатне реалізувати прийнятний рівень максимальних несучих властивостей компонування, прийнятний рівень аеродинамічної досконалості та стійкість літака, що відповідає вимогам норм льотної придатності.

Розроблена методика визначення аеродинамічних характеристик із прийнятною точністю, зокрема максимальних несучих властивостей, компоновки літака класу «бізнес-джет» із застосуванням методу обчислюваної аеродинаміки, що має невеликий час розрахунку – панельно-вихоровий метод симетричних особливостей.

Список використаної літератури

1. Jane's All the World Aircraft. 2004-2005.
2. jawa.janes.com
3. Глушков Н. Н., Инешин Ю. Л., Свириденко Ю. Н. «Применение метода симметричных особенностей для расчета обтекания дозвуковых летательных аппаратов», Ученые записки ЦАГИ, т. XX, N1, 1989 г. 18 с.
4. Зінченко Д. М. «Розрахунково-експериментальна оцінка аеродинамічних характеристик літака з механізованим крилом». Дисертація на здобуття наукового ступеня к.т.н. Київ 2007 р.