

ЛЕКЦІЯ № 8

з навчальної дисципліни

“Аеродинаміка та динаміка польоту літака”

Змістовий модуль 4.

Аеродинамічні характеристики літака

Заняття 3.

Злітно-посадочна механізація.

Навчальна та виховна мета. Вивчити призначення злітно-посадочної механізації і її вплив на аеродинамічні характеристики літака. Виховувати у курсантів навички самостійного аналізу аеродинамічних характеристик, відповідальність за отримання знань.

Навчальна література:

Аэродинамика ЛА и гидравлика их систем / под ред. Ништа М. И. – М. : ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 1981.

Навчальні питання:

4.5. Злітно-посадочна механізація крила.

4.6. Вплив злітно-посадочної механізації крила на основні аеродинамічні характеристики літака.

4.7. Шляхи підвищення ефективності механізації крила.

ВСТУП

↑ V сучасних літаків вимагає ↑ $\chi_{\max} = 40 \dots 70^\circ$; що в свою чергу ↓ $S_{\text{кр}}$

$$Y_a = C_{y_a} \frac{\rho V^2}{2} S$$

$$V_{\text{пос}} = \sqrt{\frac{2Y}{C_{y_a} \rho S_{\text{кр}}}}$$

Зменшення злітно-посадочної швидкості можливе за рахунок ↑ C_{y_a}

$$C_{y_a} = C_{y_a}^\alpha (\alpha - \alpha_0)$$

↑ α при зльоті та посадці обмежене довжиною стояків шасі, тому ↑ C_{y_a} можливе за рахунок збільшення несучих властивостей $C_{y_a}^\alpha$ (зміна геометрії ЛА) або за рахунок зміни α_0 .

Засобом, що дозволяє поліпшити злітно-посадочні характеристики, є застосування потужної злітно-посадочної механізації.

4.5. ЗЛІТНО-ПОСАДОЧНА МЕХАНІЗАЦІЯ КРИЛА

Злітно-посадочна механізація крила – це конструктивні елементи, які дають можливість

$\uparrow Y_a$ зльоту та посадки $\downarrow K$ під час пробігу літака

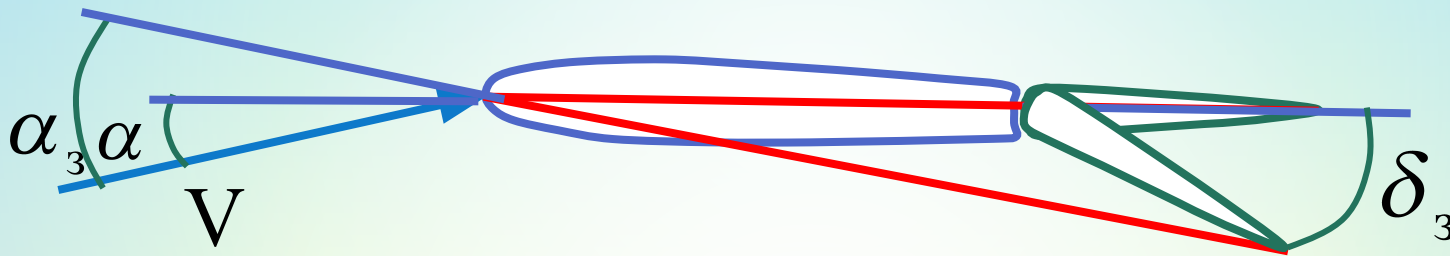
Розрізняють механізацію задньої і передньої крайок крила.

До механізації задньої крайки відносять закрилки (прості, висувні, щілинні, ежекторні), щитки (прості, висувні).

До механізації передньої крайки відносять передкрилки, носові щитки, поворотні носки.

а) Механізація задньої крайки крила

Закрилки – це рухома профільована частина задньої поверхні крила, яка при необхідності може бути відхилена на певний кут δ_3 униз.

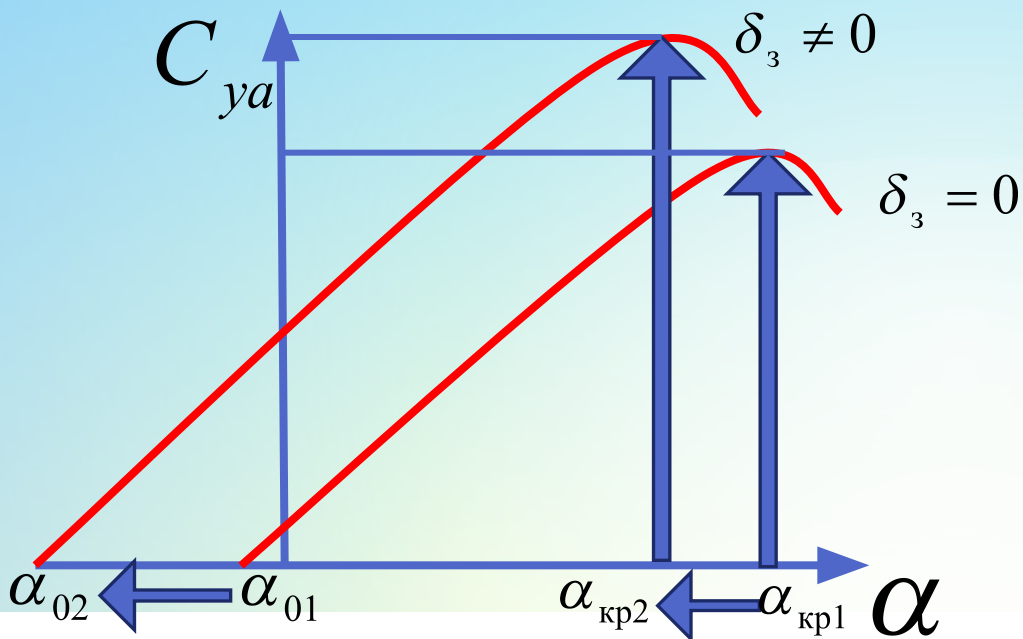


При випусканні закрилка зростає кривизна профілю крила, зростає різниця тисків на верхній та нижній поверхнях крила. При цьому досягається наступний ефект: при постійному куті атаки зростає коефіцієнт піднімальної сили крила. Несучі властивості крила залишаються незмінними. Приріст коефіцієнта піднімальної сили при відхиленні механізації задньої крайки крила дорівнює

$$\Delta C_{y_3} = C_y^\alpha \Delta \alpha_3$$

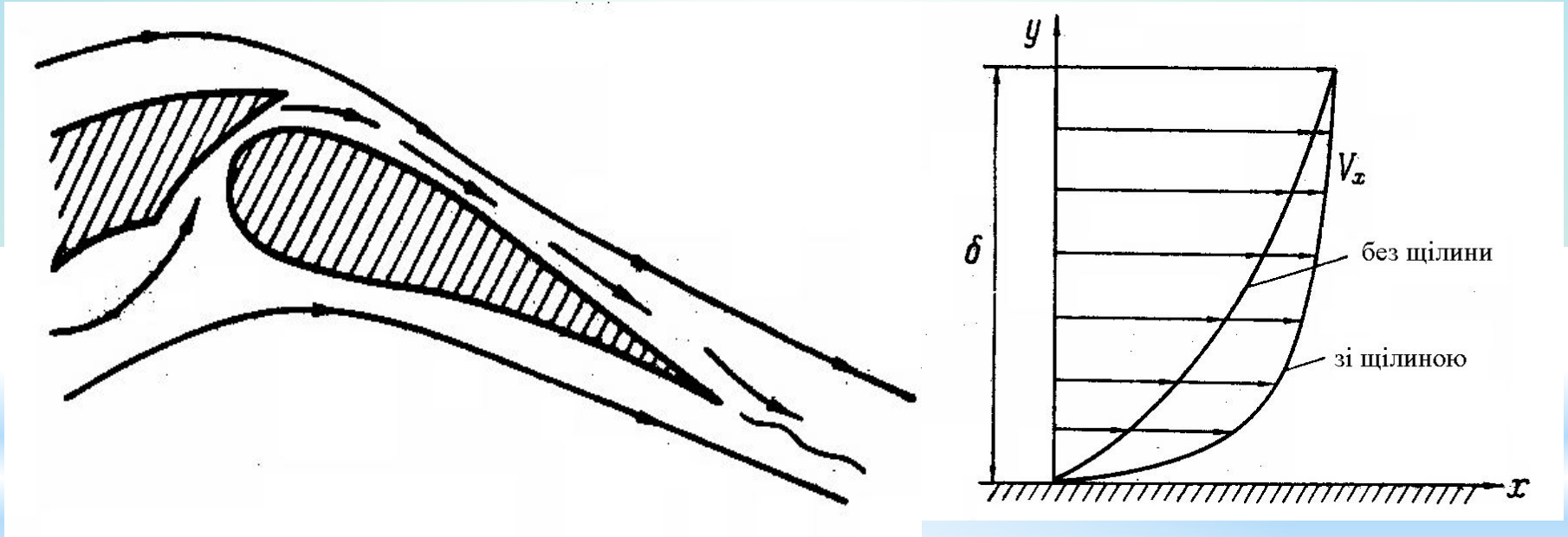


При відхиленні закрилка аеродинамічні характеристики крила змінюються так:



$$\delta_3 \neq 0 \rightarrow \alpha_0 \downarrow; \quad C_{y_{max}} \uparrow \quad C_{ya}^\alpha = \text{const}; \quad \alpha_{kp} \downarrow.$$

Щілинні закрилки. Мають профільовану щілину між основним крилом і передньою крайкою закрилка. При її проходженні повітря розганяється, на верхній поверхні крила розрідження зростає і спричиняє зріст максимального коефіцієнта піднімальної сили см. рис. . Однощілинний закрилок дає прирощення цього коефіцієнта на 20...50 %, багатощілинні закрилки – на 70...80 %.



Щілинний закрилок



Внаслідок застосування однощільного закрилка δ_3 можна збільшити до 30° . При необхідності відхилення закрилка на великі кути застосовують:

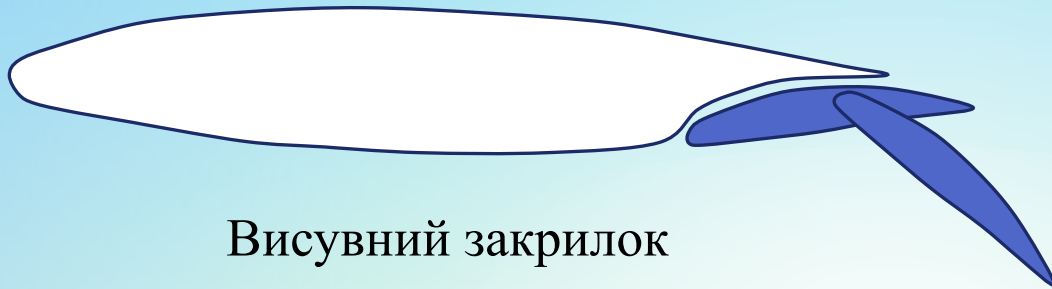
- закрилок щільний з дефлектором ($\delta_3 = 35 \dots 40^\circ$),
- багатощільні закрилки ($\delta_3 = 50 \dots 60^\circ$).

Закрылок Ил-76

<http://www.ksw2005.narod.ru>

25 7 2006



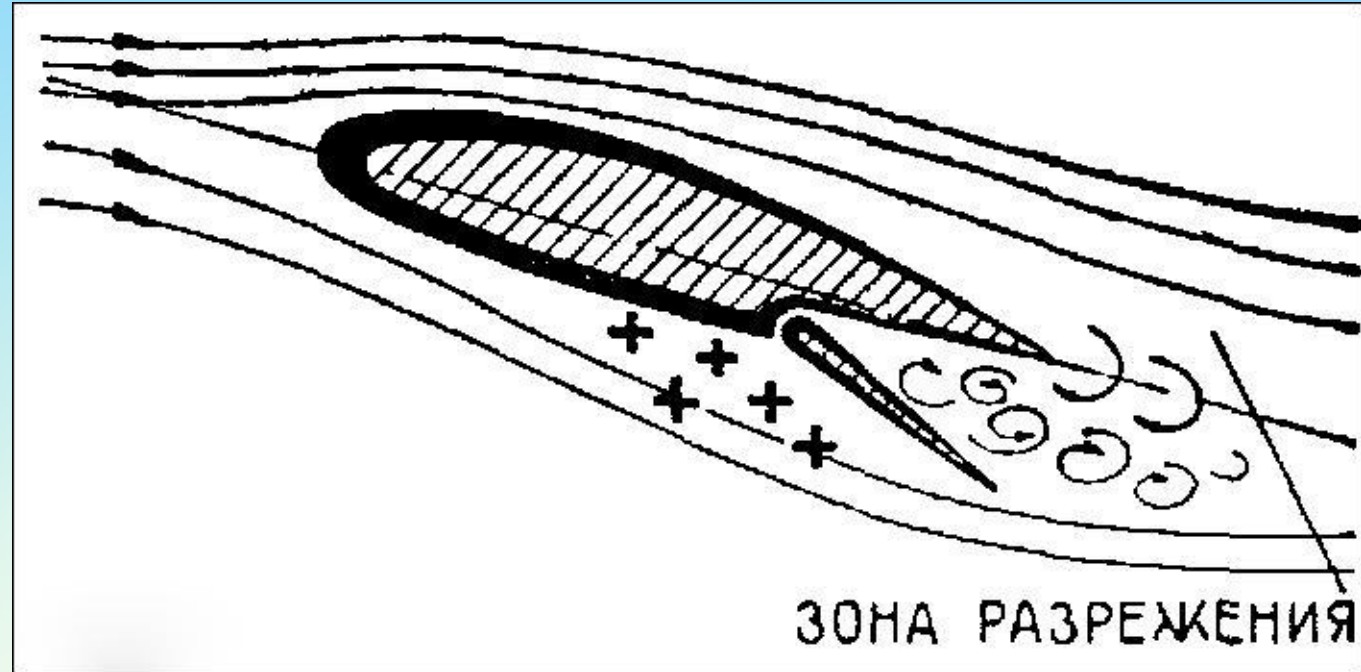


Висувний закрилок

Висувні закрилки . При відхиленні вниз водночас висуваються назад і збільшують площу крила, що приводить до додаткового зростання піднімальної сили і збільшення ефективності закрилків.

Одним з видів висувних закрилків, що характеризуються меншою відотною товщиною профілю і максимальним висуванням по хорді є закрилок Фаунера. Хорда закрилка Фаунера досягає 40 % хорди крила. Його ефективність більша, ніж у поворотних, однощільинних і висувних закрилків, але нижча, ніж у багатощільинних.

Щитки – це частина поверхні крила в його задній частині, що відхиляється, призначена для поліпшення аеродинамічних характеристик ЛА

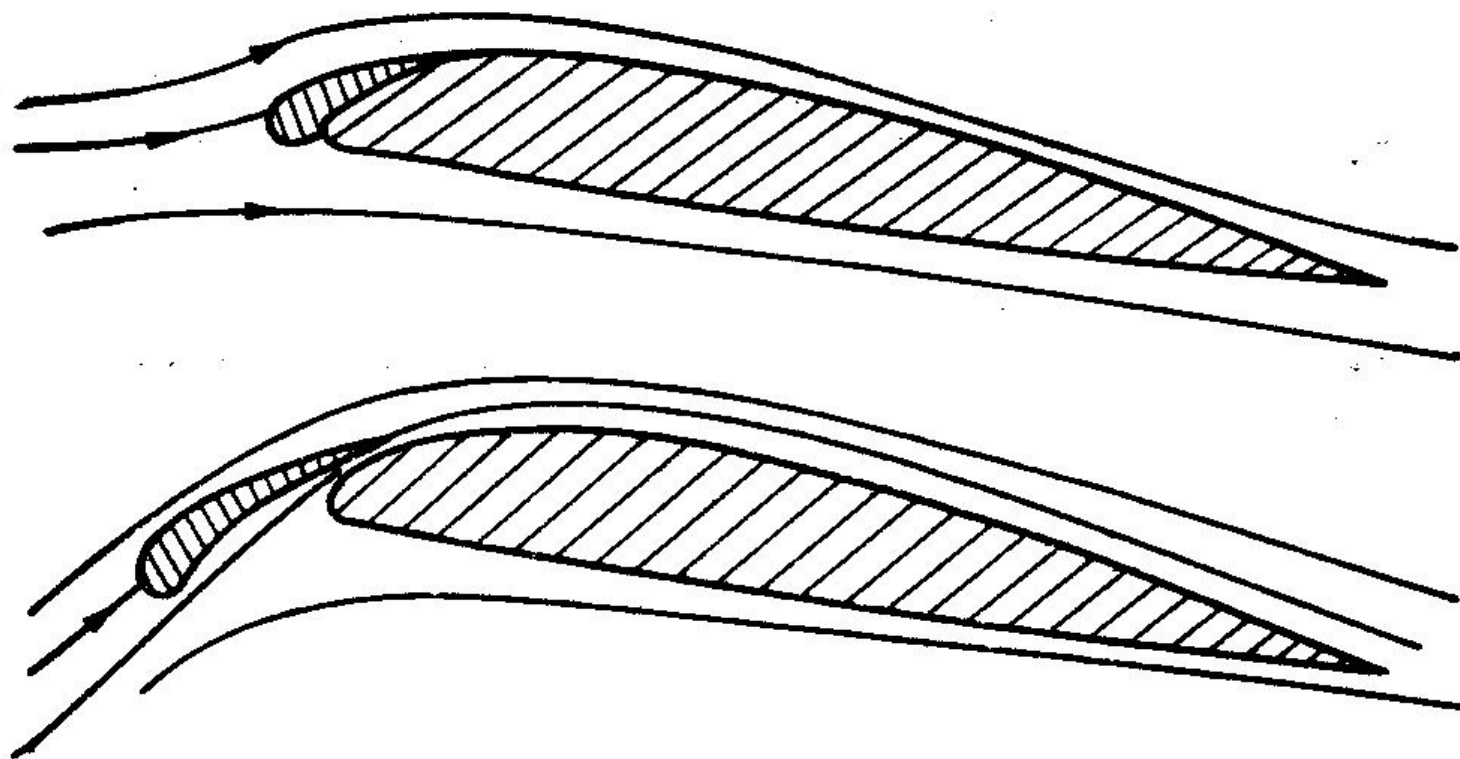


Зростання піднімальної сили викликається гальмуванням потоку і підвищенням тиску на плоскій поверхні крила . Водночас розрідження, що утвориться між щитком і крилом, приводить до збільшення швидкості і падіння тиску на верхній поверхні крила. Слід зазначити, що відхилення щитка спричиняє значний ріст опору. Застосування повітряного щитка дозволяє при рівних $\delta_{щ}$ одержати більший приріст піднімальної сили й уникнути зменшення $\alpha_{кр}$.

б) Механізація передньої крайки

Передкрилок – це рухома профільована частина передньої крайки крила. У робочому положенні формує звужений щілинний канал вздовж розмаху крила на верхній поверхні його носової частини. При висуванні передкрилка повітря перетікає з нижньої поверхні крила на верхню, розганяється у каналі, що звужується і збільшує швидкість у межевому шарі. Це підвищує його стійкість до відриву, до того ж притискає повітря до верхньої поверхні крила.



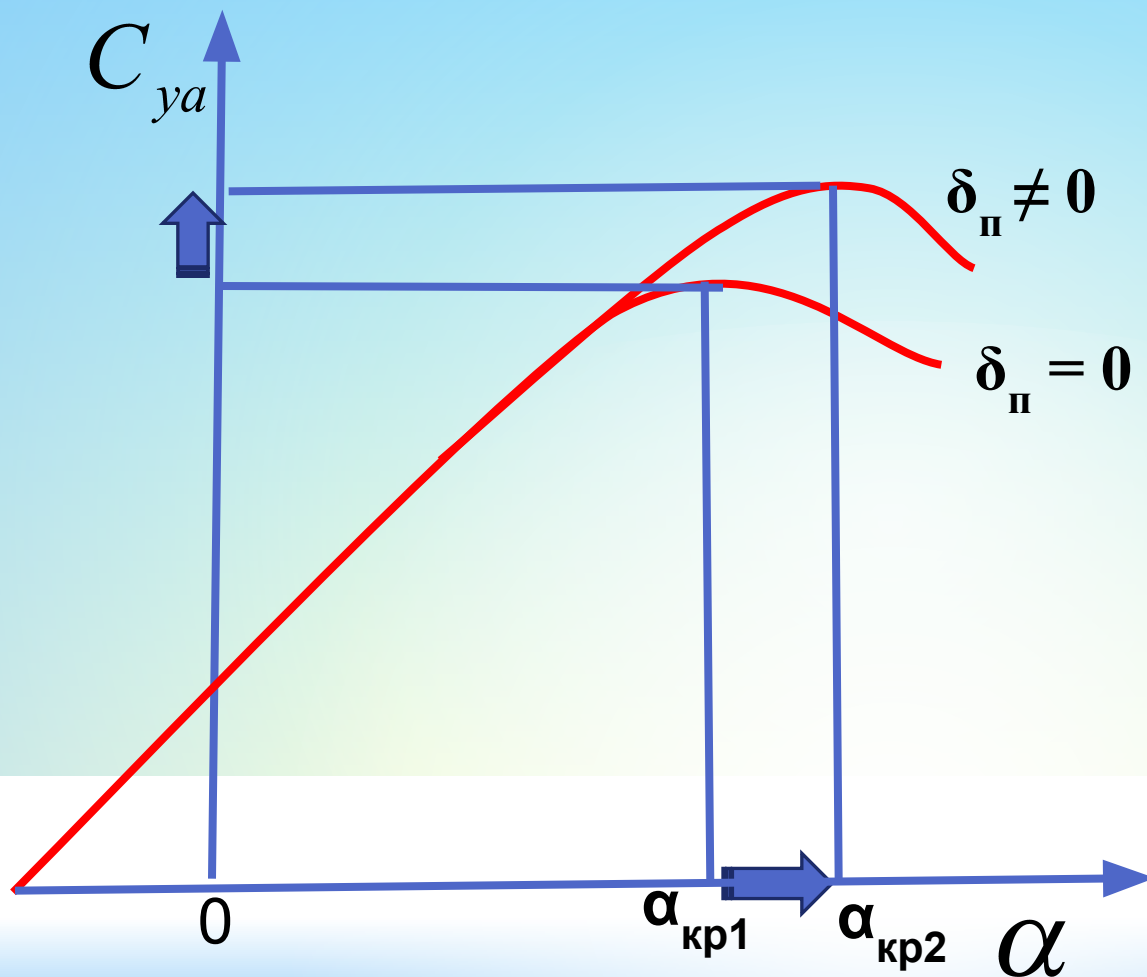






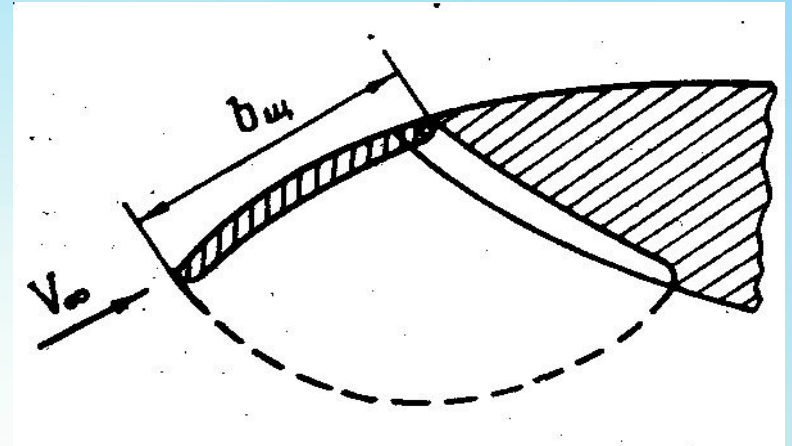
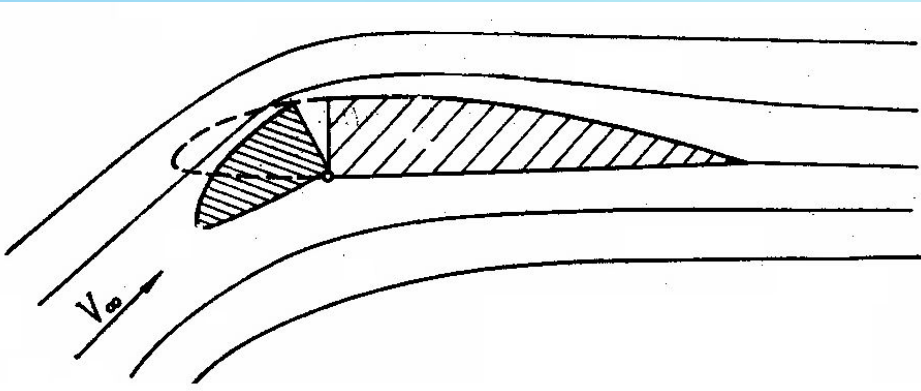






Потік, що проходить між крилом і передкрилком, перешкоджає виникненню відриву потоку. Застосування передкрилків дозволяє затягнути початок відриву потоку на більші кути атаки, у результаті чого $\alpha_{кр}$ $C_{ya \max}$ при незмінному α_0 і C_y^a

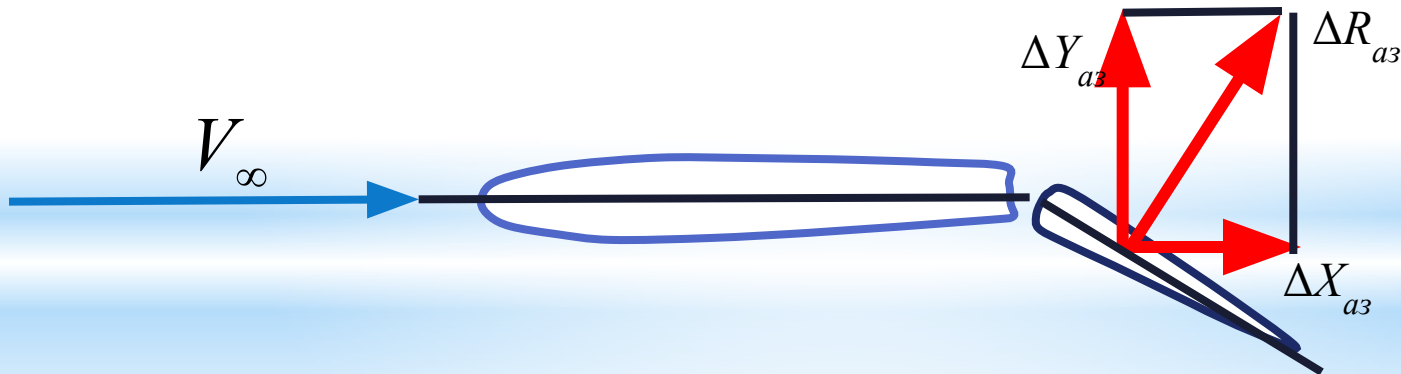
Поворотні носки і носові щитки



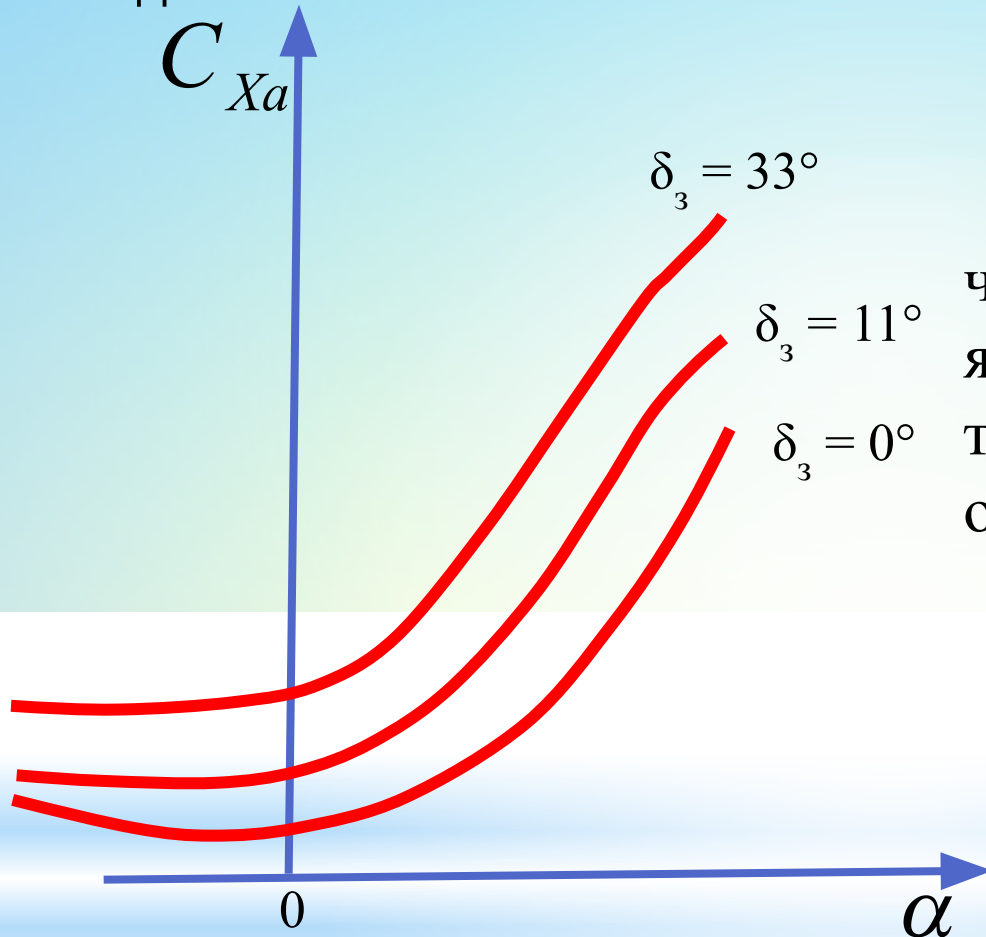
Застосування даних елементів запобігає передчасному відриву потоку, $\uparrow \alpha_{кр}$, а також $\uparrow C_{y_{a\max}}$. Ефективність носового щитка менша, ніж передкрилка. Різновидом носового щитка є щиток Крюгера, який відрізняється формою носової частини, що забезпечує більш плавне обтікання.

4.6. ВПЛИВ ЗЛІТНО-ПОСАДОЧНОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ КРИЛА НА ОСНОВНІ АЕРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛІТАКА

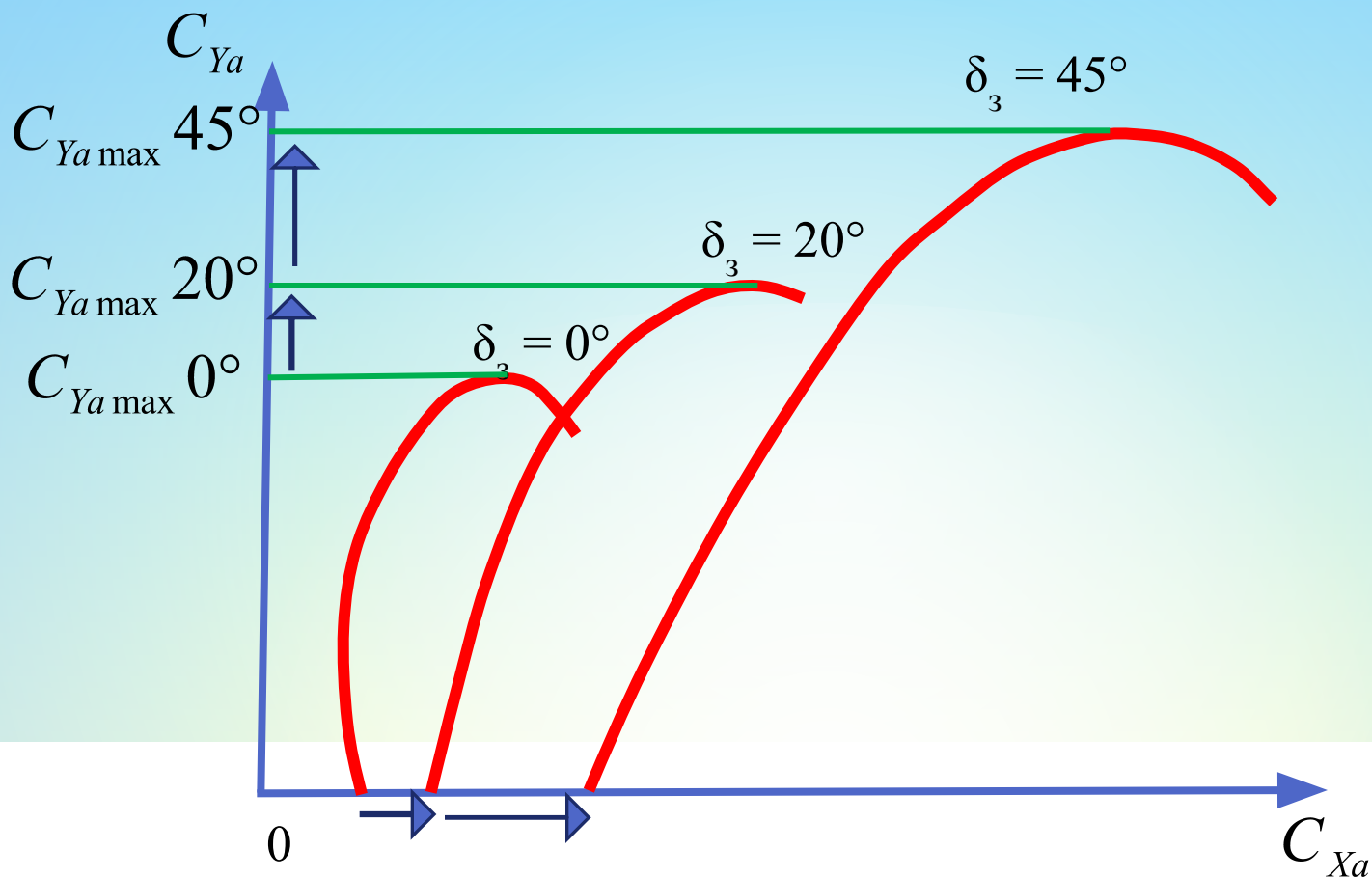
Відхилення злітно-посадочної механізації (ЗПМ) (закрилки, щитки) водночас зі збільшенням піднімальної сили приводить до значного зростання опору. На відхиленій поверхні механізації з'являється аеродинамічна сила, яка крім складової ΔY_a , має складову ΔX_a



Експериментальні дані показують, що залежність $C_{xa}(\alpha)$ має такий вигляд:

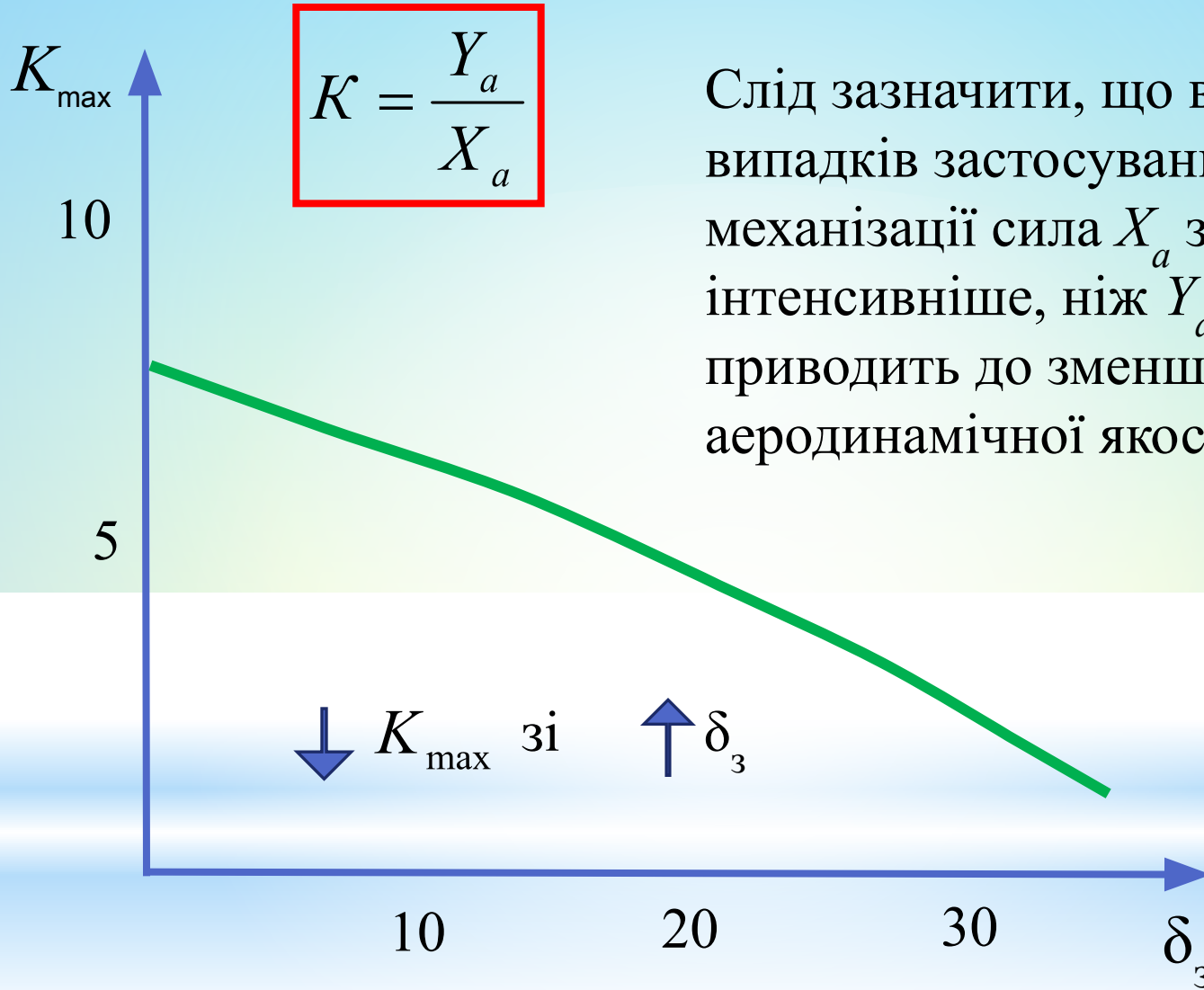


чим більше значення δ_3 , на яке відхиляється закрилок, тим значніше збільшується опір.



Відхилення механізації приводить до зсуву поляри догори (вона стає несиметричною) і вправо, у бік великих значень опорів. Слід зазначити, що при зльоті сила опору уповільнює розбіг, тому $\uparrow C_{y_a}$ при помірному $\uparrow C_{x_a}$ досягається відхиленням механізації на половину від її посадочного значення.

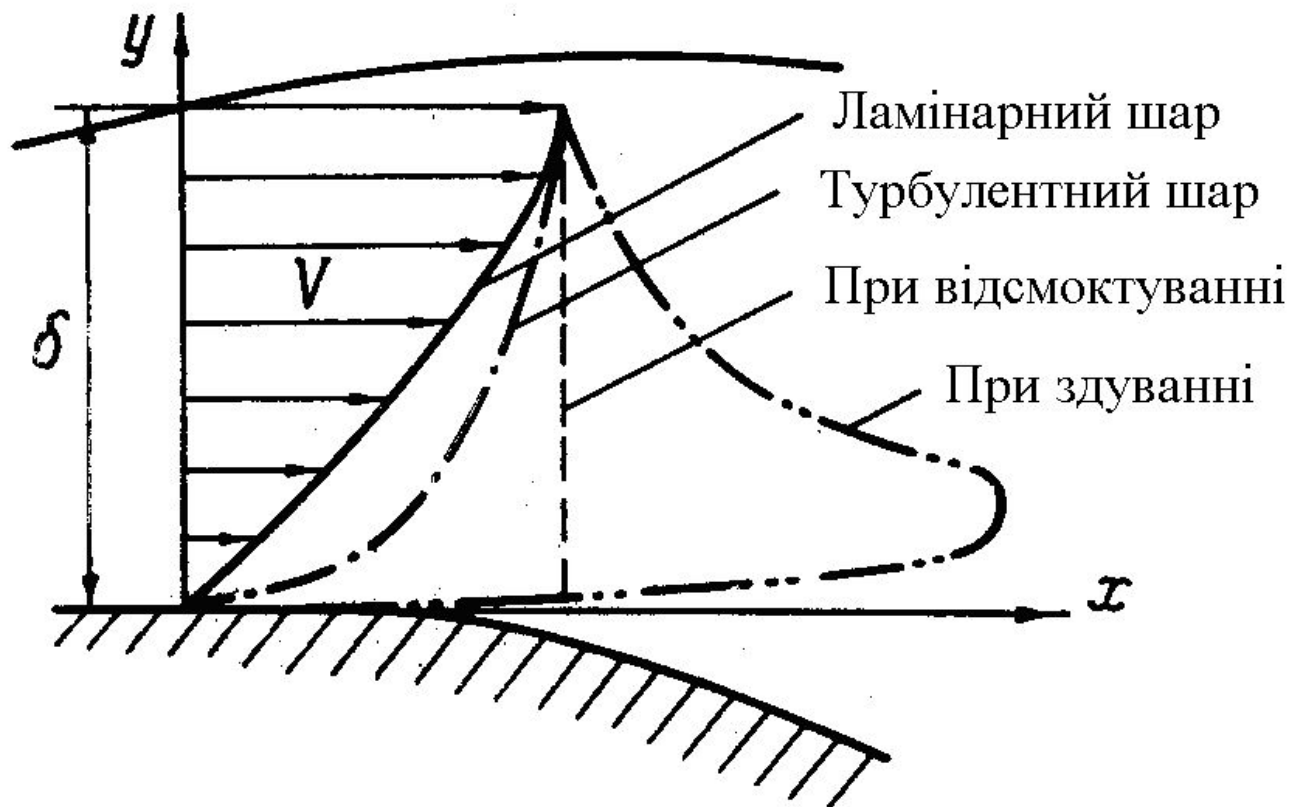
Максимальна аеродинамічна якість

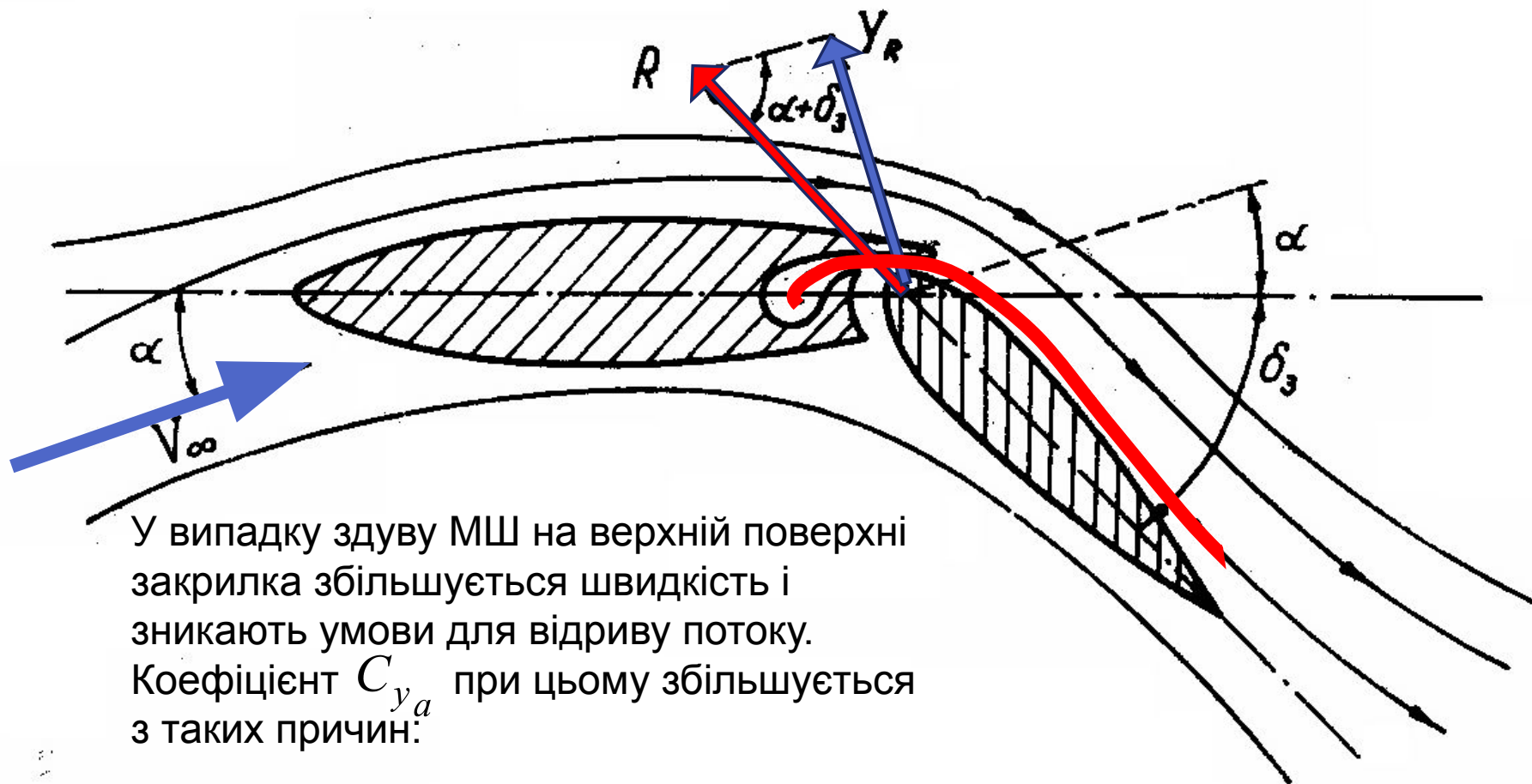


Слід зазначити, що в більшості випадків застосування механізації сила X_a зростає інтенсивніше, ніж Y_a літака. Це приводить до зменшення аеродинамічної якості.

4.7. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕХАНІЗАЦІЇ КРИЛА

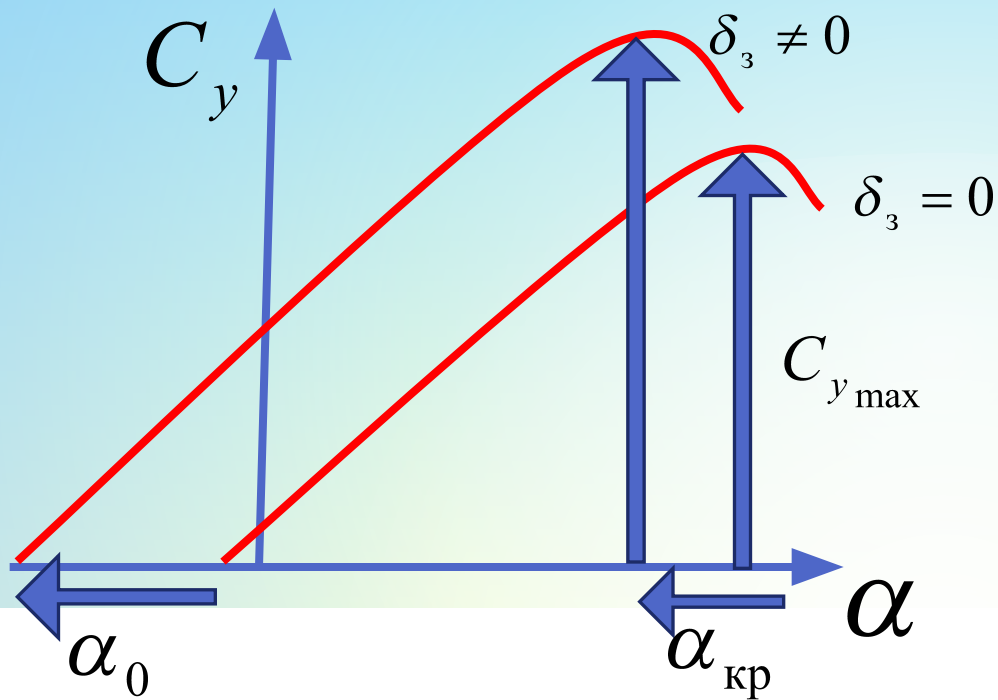
Ефективним способом запобігання відриву потоку і збільшення піднімальної сили крила з механізацією є керування межовим шаром. Воно зводиться до примусового збільшення швидкості в МШ і підвищенні його стійкості до відриву. Для цього використовують здув МШ.





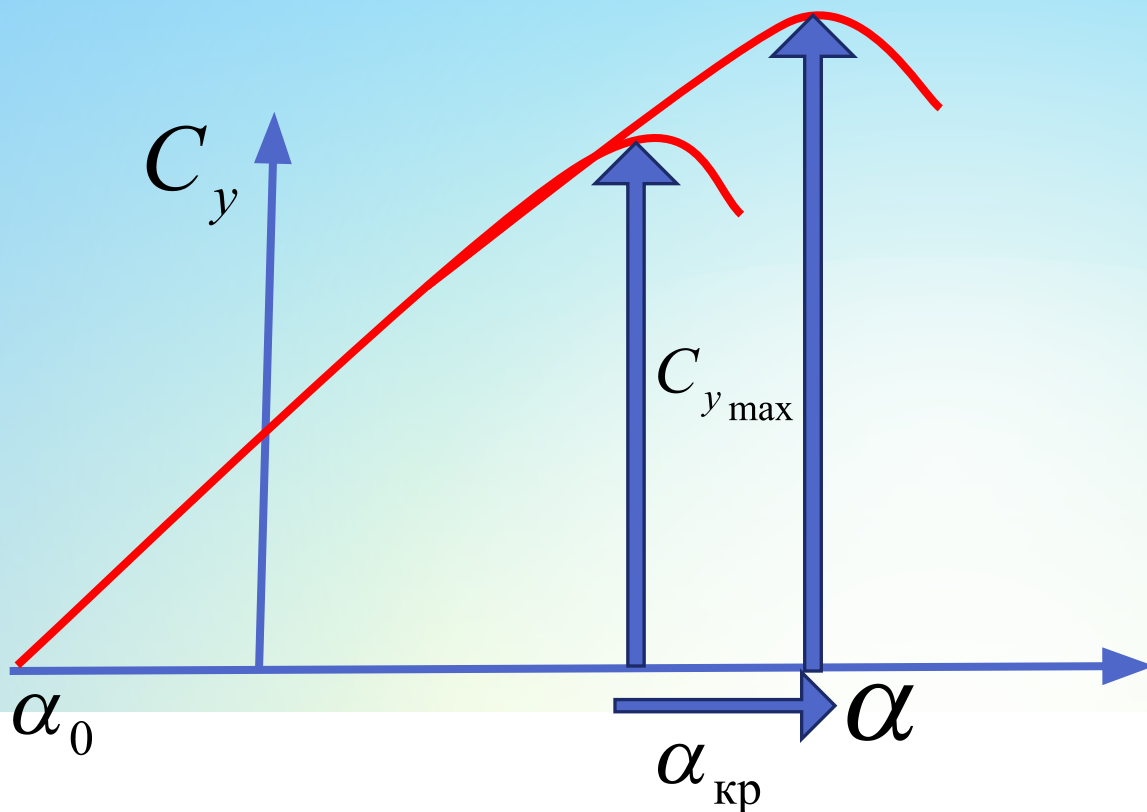
- зтягується зрив потоку, що дозволяє відхилити закрылок на більші кути;
- зменшується тиск на верхній поверхні крила за рахунок ежекування потоку від здуву МШ;
- підвищується тиск на нижній частині крила, тому що потік, що сходиться із задньої крайки, утворює аналог гладкого закрылка, що гальмує потік під крилом;

C_{y_a}



ВИСНОВКИ: 1) Відхилення закрилка при постійному куті атаки

$$\delta_3 \neq 0 \rightarrow \alpha_0 \downarrow; \quad C_{y_{\max}} \uparrow \quad C_{y_a}^\alpha = \text{const}; \quad \alpha_{\text{кр}} \downarrow.$$



2) Відхилення передкрилка збільшує $\alpha_{\text{кр}}$ $C_{y \max}$

3) Відхилення механізації водночас з зростанням піднімальної сили приводить до значного зростання опору, обумовленого піднімальною силою, особливо при значних кутах її відхилення.