

УДК 629.735.33

Литвиненко І. О.¹, бакалавр, Бондар Ю. І.¹, к.т.н., доцент кафедри

ЕНЕРГЕТИЧНА МЕХАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА

Першорядним способом збільшення підйомної сили крила сучасних літаків є застосування щілинної механізації – закрилків та передкрилків. Але можливість значного підвищення несучих характеристик крил за рахунок оснащення літаків щілинною механізацією обмежуються виникненням відривного потоку на елементах крила та на його поверхні. Наявність розвинутого від'єданого відриву призводить до суттєвого погіршення несучих властивостей механізованого крила, незважаючи на збереження безвідривного потоку безпосередньо на поверхні крила. Докорінне покращення аеродинамічних та льотно-технічних характеристик може бути досягнуто за рахунок більш повного використання енергії силової установки для покращення несучих властивостей літака, тобто за рахунок більш повної інтеграції силової установки (СУ) та планера літака.

Таким чином, у разі оптимальних параметрів злітно-посадкової механізації максимальне значення коефіцієнта підйомної сили на крилах великого подовження ($\lambda = 8 - 10$) із багатощілинними закрилками та передкрилками не перевищують $C_{y \max} = 3,2 - 3,5$. Подальше збільшення несучих властивостей крила може бути досягнуто тільки за рахунок застосування енергетичних систем збільшення підйомної сили (ЕСЗПС), тобто пристроїв для збільшення підйомної сили, принцип дії яких заснований на використанні енергії двигуна літака чи додаткових джерел потужності.

¹КПІ ім. Ігоря Сікорського

По способу дії на обтікання крила та рівня енергетичних затрат струменевої системи можна умовно поділити на дві групи:

- струменева механізація крила (СМК), тобто пристрої, у яких для покращення обтікання крила та підвищення його несучих властивостей використовується видув струмені стиснутого повітря (газу), яке відбирається від маршового двигуна літака чи автономних джерел.
- системи обдуву механізованого крила струменями реактивних чи гвинтових двигунів літака і також управління вектором тяги двигунів. В цьому випадку вся енергія двигунів використовується для управління аеродинамічними характеристиками літака.

Далі мова піде тільки про струменеву механізацію крила, а саме про системи управління поверхневим шаром (УПШ) та системи управління циркуляцією (УЦ).

Системи УПШ призначені для дії на поверхневий шар із метою запобігти його відриву на крилі, закрилках, органах керування та інших елементах літака. Видування струменя стиснутого повітря здійснюється з щілинних сопел вздовж дотичної до обтічної поверхні за мінімальної інтенсивності, достатньої для забезпечення безвідривного обтікання. Під час видування на закрилках та органи керування виникає збільшення їх ефективності за великих кутах відхилення, а під час видування із передньої кромки крила (рис. 1) – збільшення його аеродинамічних характеристик за великих кутах атаки (збільшення коефіцієнта максимальної підйомної сили та критичного кута атаки).

Системи УЦ створюють приріст підйомної сили за рахунок перебудови зовнішнього безвідривного обтікання крила у результаті дії видувного струменя.

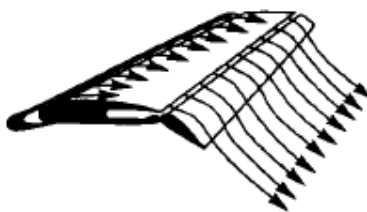


Рис. 1. Видування з передньої кромки крила

Тому реалізується так званий ефект суперциркуляції.

Управління циркуляцією здійснюється за рахунок:

- тангенціального видування на поверхню відхиленого механічного закрилка з інтенсивністю, яка перевищує необхідну для забезпечення його безвідривного обтікання (реактивний закрилок (РЗ), рис. 1);
- тангенціального видування струменя із щілинного сопла на заокруглену задню кромку крила (рис. 2);
- видування тонкого струменя зі щілинного сопла вздовж задньої кромки крила під деяким кутом до його хорди (струменевий закрилок (СЗ), рис. 3)

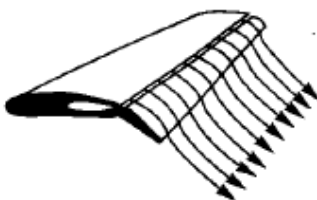


Рис. 2. Реактивний закрилок



Рис. 3. Видув струменя на заокруглену задню кромку крила

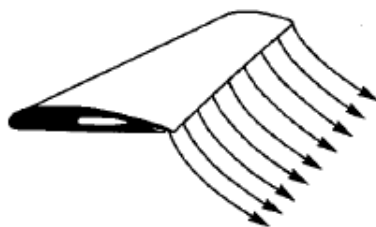


Рис. 4. Струменевий закрилок

Практична реалізація ЕСЗПС на літаках різного призначення пов'язана із необхідністю рішення комплексу аеродинамічних, конструктивно-технологічних та експлуатаційних задач. Найбільш повно ці задачі вирішені на літаках із системами управління поверхневим шаром (УПШ). Ці системи реалізовані на таких серійних та експериментальних літаках:

- *Lockheed F-104 Starfighter* (серійний) – УПШ на закрилках;
- *McDonnell Douglas F-4 Phantom II* (серійний) – УПШ на закрилках та носках крила;
- *Blackburn Buccaneer S. Mk.2* (серійний) – УПШ на закрилках, зависаючих елеронах, носках крила та горизонтальному оперенні;
- Су-7Б (експериментальний) – УПШ на закрилках;
- МиГ-21 (серійний) – УПШ на закрилках;
- МиГ-23 (експериментальний) – УПШ на закрилках та зависаючих елеронах;
- *Shin Maiwa US-1* (серійний) – УПШ на закрилках, керма висоти та напрямку.

Як бачимо із цього переліку, головним чином, системи УПШ реалізовані на літаках військового призначення. Багаторічний досвід експлуатації серійних літаків із системами УПШ засвідчив високу надійність та здатність суттєво збільшити злітно-посадкові характеристики.

Наприклад, застосування УПШ разом із обдувом крила струменями від 4 повітряних гвинтів на літаючому човні *Shin Maiwa US-1*, що дозволяє зліт та посадку літака масою 35 тон на водну поверхню із висотою хвилі до 3 метрів зі швидкістю до 83 км/год.

Досліди системи УПС на закрилках та зависаючих елеронах, а також системи управління циркуляцією шляхом тангенціального видування струменя на заокруглену задню кромку крила проведені на експериментальному літаку «Фотон».

Досліди систем УПШ на багатомасштабних моделях транспортних літаків Ан-10, Ан-42, пасажирського літака Ту-124 та інших. Льотні випробування ежекторної системи збільшення підйомної сили проведені на експериментальному літаку *Boeing 367-80* (модифікований *Boeing 707*).

Всі ці досліди демонструють можливість суттєвого покращення злітно-посадкових характеристик літаків різного класу.

Список використаних джерел

1. А. В. Петров Энергетические методы увеличения подъемной силы крыла. - М.ФИЗМАТЛИТ, 2011.
2. Thomas G. Gainer, Long P. Yip, Raymond D. Vogler Comparison of aerodynamic theory and experiment for jet-flap wings / NASA Lanlgley Research Centre
3. Wikipedia [електронний ресурс] // – URL: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Blown_flap