

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,  
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ДП «АНТОНОВ»



# МАТЕРІАЛИ

X Міжнародної  
науково-технічної конференції  
“АВІА-2011”

19-21 КВІТНЯ

**ТОМ III**

Київ 2011

**НАВАНТАЖЕННЯ ТА ВПЛИВИ НА АЕРОДРОМНІ ПОКРИТТЯ**

*В статті розглядаються питання пов'язані з навантаженнями та впливами на аеродромні покриття, а саме: силовий вплив (експлуатаційні навантаження), природно-кліматичні впливи, вплив високотемпературних газових струменів авіаційних двигунів*

В процесі експлуатації аеродромних покриттів на них діє навантаження від колісних опор повітряних суден. Особливості цих навантажень враховуються при розрахунку та конструюванні покриттів різних типів. При зльоті, посадці, рулінні та стоянці повітряних суден величина та час прикладання навантаження на покриття змінюються в залежності від режиму руху літака. На рис. 1 наведені графіки зміни швидкості та навантаження від літаків на тверду злітно-посадкову смугу (ТЗПС) під час розбігу та пробігу.

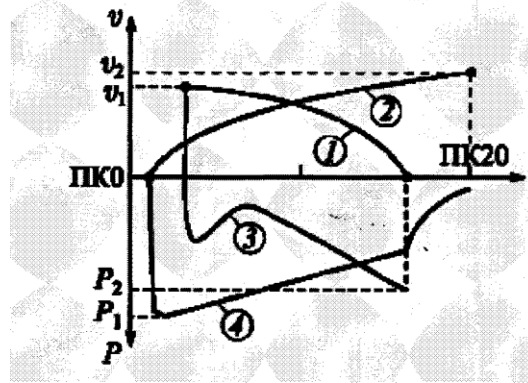


Рис. 1. Зміни швидкості літака  $V$  та навантаження  $P$  на покриття ТЗПС:  
1 – пробіг ( $V_1$  – посадочна швидкість); 2 – розбіг ( $V_2$  – швидкість відриву);  
3 – пробіг ( $P_1$  – статичне навантаження під час стояння від опори після посадки);  
4 – розбіг ( $P_2$  – статичне навантаження під час стояння перед зльотом)

Зліт, посадка та руління повітряних суден передбачається, як правило, вздовж осової лінії елементів аеродрому (ТЗПС, рубіжна доріжка (РД)), однак на практиці цього досягнути важко, особливо при виконанні посадки. Статичні спостереження показують, що розподілення повторення навантаження близькі до нормального закону розподілення. Відхилення повітряного судна від осової лінії при рулюванні на РД та при зльоті на ТЗПС значно менше, ніж при посадці.

Рух повітряного судна зі швидкістю 30-40 км/год по РД та вирулювання на ТЗПС перед зльотом чинить на покриття найбільший вплив по ряду причин. По-перше, відсутній розвантажувальний ефект підйомної сили; по-друге, літак перед зльотом має максимальну вагу; по-третє, руління здійснюється з малими відхиленнями від осової лінії покриття елементу аеродрому; по-четверте, при наявності нерівностей (уступи у швах між плитами, злами профілю, вибоїни, сколи кромки тощо) в покритті виникають додаткові зусилля при русі колісної опори.

Зростання злітної ваги повітряних суден супроводжується ускладненням їх опор, тому сучасні літаки мають опори різних конфігурацій (рис.2). Збільшення числа коліс на основних опорах та кількості самих основних опор являється об'єктивним процесом "утримання" навантаження на покритті в розумних межах, в протилежному випадку виникає необхідність

його повної реконструкції з метою підсилення. Таке різноманіття параметрів основних опор потребує їх врахування при розрахунку та проектуванні сучасних аеродромів.

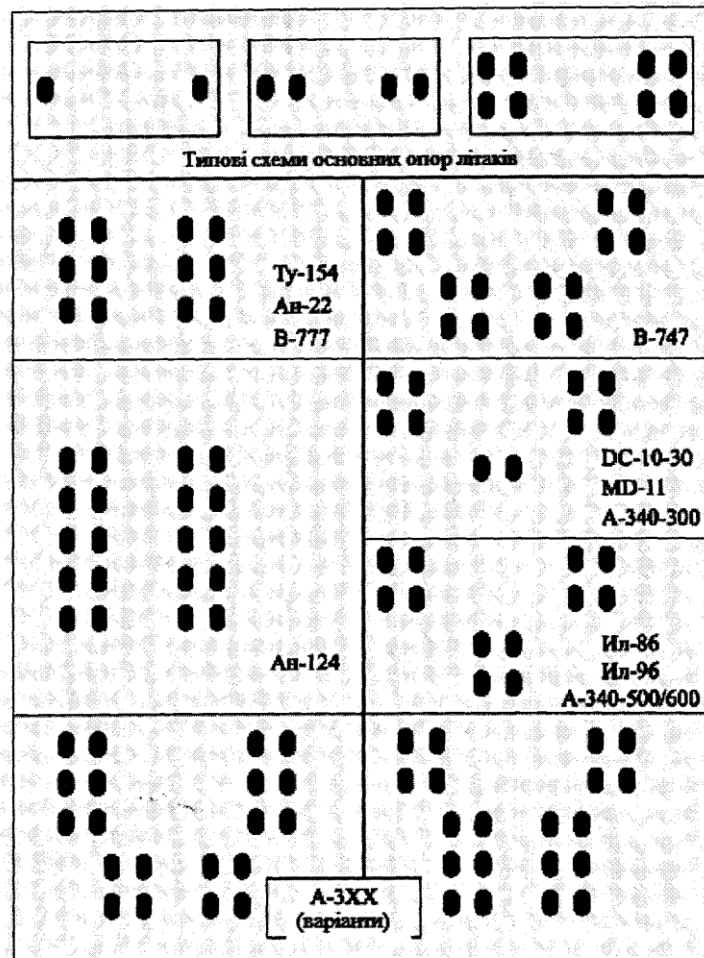


Рис. 2. Схеми основних опор літаків

При русі любого літака по покриттю незалежно від конфігурації основних опор (число коліс та відстань між ними) у розрахунковому відношенні розглядається одна злітно-посадкова операція та один цикл змінення параметрів напружено-деформованого стану. Однак на практиці спостерігається інше.

Особливості впливу колісних навантажень від опор літака на покриття характеризують їх як комплексні, параметри яких залежать від багатьох факторів, включаючи зміну величини навантаження та швидкості її дії, розподілення повторення прикладання навантаження, багатоколісність основних опор важких літаків.

При розрахунку покриттів рекомендується враховувати вплив повітряних суден різних типів, які передбачається експлуатуватися на аеродромі.

У завданні на проектування вказується типова опора (одно-, дво- або чотирьохколісна) та прогнозується число злітно-посадкових операцій або повторення (інтенсивність) прикладання навантаження.

Крім конфігурації опори, норми регламентують величину навантаження на опору та тиск у пневматиках коліс: 850, 700, 550, 400, 300 кН на чотирьохколісну опору з тиском у

пневматиках 1 МПа – відповідно для п/к, I, II, III, IV категорії нормативних навантажень; 80 та 50 кН на одноколійну опору з тиском у пневматиках 0,6 і 0,4 МПа – для V та VI категорії нормативних навантажень.

Існує другий підхід до врахування складу руху літаків по покриттю. Він базується на виборі розрахункового літака, що здійснює, як правило, найбільший вплив на покриття, та визначені еквівалентного числа прикладань розрахункового навантаження, що враховує "вклад" інших повітряних суден, які передбачається експлуатувати на покритті, що проектується.

В нормах розрахункове число прикладань навантаження визначається множенням числа зльотів кожного типу повітряного судна на коефіцієнт приведення і на число осей основної опори з наступним сумуванням отриманих значень. Коефіцієнти приведення визначаються за спеціальним графіком в залежності від співвідношення внутрішніх зусиль, що виникають в конструкції покриття при дії навантаження, що розглядаємо, та розрахункового навантаження – жорстких покриттів, або від співвідношення характеристик коліс розрахункової і опори, що розглядаємо – для нежорстких покриттів.

Надійність та довговічність аеродромних покриттів у багатьох випадках визначається конструктивним рішенням, що закладається у проект, якістю матеріалів, що використовується, технології будівництва, адекватністю розрахункових моделей системи "покриття – основа" реальній картинці, умовам експлуатації, а також об'ємам зовнішньої дії, що враховуються при проектуванні (температура зовнішнього середовища, вологість, гідрологія, сейсміка, рельєф тощо).

З усього різноманіття факторів, що впливають на покриття, найкращим чином до теперішнього часу вивченими являються силові дії. Вони входять складовою частиною в математичні моделі та в методи розрахунку несучої здатності та міцності покриттів і основи. Крім того. Достатньо добре вивчені фізико-механічні властивості матеріалів, що використовуються при будівництві покриттів. Але в цій частині, за рідким виключенням, наші знання обмежені, в основному рамками нормальної температури та вологості.

В результаті температурно-вологісних впливів і особливо при перезволоженні основи (що відбувається всюди при поганому стані швів, через які проникає дощова вода, та при природній міграції вологи знизу у бік покриття через пошкоджену систему дренажу, або неправильно запроектованій основі) змінюється структура матеріалів у покритті та основі, погіршуються їх властивості.

Передбачити ці процеси та прийняти відповідні технічні рішення без попередніх розрахунків дуже важко, так як для цього необхідна повна інформація про зміни, що відбуваються у природі (зміни температури та вологості зовнішньої середовища, сонячної радіації, швидкості вітру тощо). Крім цього, необхідно знати такі характеристики матеріалів покриття (бетон, асфальт) та основи, як теплопровідність, вологопровідність, температуропровідність, коефіцієнти переносу тепла та переносу речовини, питома теплоємність та вагоємність матеріалів, питома теплова фазових перетворень, інтенсивність внутрішніх джерел тепла та вологи та інше, а також закони зміни цих властивостей в залежності від зміни температури і вологості в широких межах – від підвищення температури аж до низьких від'ємних.

Природно-кліматичні умови (впливи) є невід'ємними та основною частиною зовнішніх навантажень, які, в кінцевому результаті, і визначають значення температурних та вологісних деформацій та напружень у аеродромних покриттях.

При вирішенні задач про температурний режим в системі "покриття – основа" необхідно правильно сформулювати граничні умови особливо на межі "повітря – покриття". В загальному вигляді зазвичай приймають граничні умови III роду, куди входить коефіцієнт тепловіддачі.

При появі перших реактивних повітряних суден експлуатаційні підрозділи аеродромів зіткнулися з фактами порушення структури верхніх шарів аеродромних покриттів

(струменевою ерозією) під впливом високотемпературних потоків, що виходять з сопла двигунів. Високотемпературні потоки викликають в покритті виникнення гостро виявлених нестационарних температурних полів, які, в свою чергу, являються причиною температурних напружень та деформацій в цементобетонних покриттях. В ряді випадків високотемпературні потоки можуть призводити до оплавлення матеріалу в покриттях нежорсткого типу.

Дія високотемпературних газових струменів в найбільшому ступені спостерігається на покриттях місць стоянки та площадок для випробування роботи двигунів, а також на кінцевих ділянках ЗПС. В край неприємних умовах опиняється покриття, на яких базується військова авіація з низько розташованими двигунами, а також літаки вертолітного зльоту та посадки.

Розглядати вплив високотемпературних газових струменів авіаційних двигунів рекомендується:

- для цементобетонних аеродромних покриттів з метою розрахунку та прогнозування процесів розповсюдження температурних полів та визначення термонапруженого стану, що дозволить проаналізувати поведінку бетонної поверхні та при необхідності прийняти рішення про зміну складу бетону на ділянках або в конструкції, що підлягають інтенсивному нагріванню (наприклад, використовувати жаростійкий бетон);
- для асфальтобетонних аеродромних покриттів з метою прогнозування глибини розплавлення асфальту та видування високошвидкісними газовими потоками розплаву разом з твердими частками, що складають асфальтобетон; для розробки методів захисту шару асфальтобетону, що підлягає високотемпературному нагріванню, підвищення його термостійкості, наприклад, способом цементації поверхні спеціально підібраним матеріалом або запилення поверхні термостійким розчином, що утворює захисну плівку.

### **Висновки**

При проектуванні аеродромних покриттів слід враховувати багато факторів: навантаження від повітряних кораблів, схему основної опори літака, природно-кліматичні впливи та дію високотемпературних газових струменів авіаційних двигунів. Чітке врахування вище перерахованих факторів дозволяє запроектувати більш надійне та довговічне аеродромне покриття.

### **Список літератури**

1. *Блохин В.И., Белинский И.А., Циприанович И.В., Билеуш А.И.* Аэродромы гражданской авиации: учебник для вузов ГА. - М.: «Воздушный транспорт», 1996. - 400 с.
2. *Кульчицкий В.А., Макагонов В.А., Васильев Н.Б., Чеков А.Н., Романков Н.И.* Аэродромные покрытия: современный взгляд. - М: Физико-математическая литература, 2002. – 528 с.
3. *Белинский И. А., Билеуш А.И. и др.* Особенности строительства и эксплуатации аэропортов в условиях зарубежных стран: Учебное пособие. - Киев: КИИГА, 1993. - 176 с.