

**ЖОРСТКІ ВЕРТОДРОМНІ
ПОКРИТТЯ**

В.М. Першаков, д.т.н., Т.В. Близнюк

Київ

Для вертодромів, розташованих на рівні землі, рекомендується використовувати цементобетонні покриття (збірні або монолітні). Враховуючи порівняно невеликі навантаження від опор вертольотів, використовуються лише одношарові покриття. Однак, з огляду на великий діапазон навантажень від головних опор вертольотів від 0,5 до 20-30 т використання цього типу покриття не завжди є доцільним, оскільки не повністю використовується ресурс міцності покриття. До того ж вертодроми на відміну від аеродромів обслуговують порівняно невелику територію (коло радіусом 200-300 км), це пов'язано із вартістю години польоту літака та вертольота¹.

У разі необхідності спорудження тимчасового вертодрому або перебазування існуючого використання цементобетонного покриття є неекономічним. У таких випадках пропонується виконувати збірно-розбірні вертодромні майданчики, але для цього необхідно визначити категорії вертольотів, для яких придатні такі конструкції.

Щоб підібрати відповідний тип покриття, необхідно виконати аналіз силового впливу вертольотів різних категорій на різні типи покриття.

На даний момент в Україні не існує нормативного документа, який би регламентував проектування вертодромних покриттів. Наразі розробляються сучасні норми, які будуть враховувати всі тонкощі проектування та розрахунку вертодромних покриттів. Старі норми, які були прийняті ще за часів СРСР, втратили чинність. До моменту набуття чинності нових норм в Україні діють документи ІСАО², що потребує обґрунтування використання різних типів покриттів у залежності від класу вертольота.

Аналіз характеристик вертольотів. При розрахунку бажано використовувати реальну схему шасі розрахункового вертольота (враховуючи кількість опор та коліс, тиск у шинах, відстань між головними опорами, розподілення злітної ваги вертольота між опорами). Шасі вертольота багато в чому схоже із шасі літака і виконує ті ж самі функції (забезпечення стоянки вертольота на землі, руху при зльоті, переміщення при рулінні та транспортуванні)³.

При визначенні силового впливу вертольотів на покриття вертодромів значу роль відіграють декілька чинників: максимальна злітна вага, конструкція головної опори (кількість коліс), тиск у колесі головної опори та розподілення ваги вертольота між носовою та головними опорами. При конструюванні вертольотів використовується декілька типів шасі: колісні, полозкові, поплавкові, за типом "човен" та комбіновані. Оскільки вертольоти із поплавковими опорами чи за типом "човен" використовуються для вирішення вузького діапазону завдань, у подальшому увага буде приділена вертольотам із колісним та полозковим шасі.

Кожен із типів опор має свої переваги та недоліки. Наприклад полозкові шасі легші, простіші в експлуатації, не потребують утримання, мають меншу вартість порівняно із колісними, дозволяють сідати вертольоту на слабкі ґрунти. Але, з іншого боку, вони мають суттєвий недолік – не дають змоги виконати зліт по типу літака (із розбігом), тому при несприятливих кліматичних умовах або перевантаженні вертольота їх використання може бути обмежене. Окрім цього полозкові шасі менш ефективно гасять енергію удару при приземленні вертольота, також їх неможливо використовувати на важких та надважких вертольотах через надмірні розміри порівняно із колісним шасі.

Вертолiт iз колiсним шасi на стоянцi має три опорнi точки (триколiсне шасi) або чотири точки (чотириколiсне шасi). Як правило, у вертольотах iз 4 опорними точками влаштовуються двi носовi

¹ Кручинский Г.А. Эксплуатация и ремонт вертолетов за рубежом / Г.А. Кручинский, Н.И. Павловский, Н.Ф. Суриков, А.В. Серебряков. – М.: Транспорт, 1977. – 136 с.

² Приложение 14 к Конвенции о международной авиации. Аэродромы. Том II Вертодромы // Рекомендации международной организации гражданской авиации. (ИКАО), 2009. – 110 с.

³ Бородач А.И. Швартовочные площадки и места стоянок для вертолетов / А.И. Бородач, С.К. Быкова. – М., 1964. – 39 с.

ВЕРТОДРОМНІ ПОКРИТТЯ

опори. Полоскове шасі має більш просту конструкцію, меншу масу та аеродинамічний опір, однак такий тип шасі використовується лише на легких вертольотах, оскільки він не дозволяє виконати посадку (зліт) вертольота із розбігом, унеможливорює руління. Поплавковий тип шасі та шасі за типом "човен" використовуються у випадку необхідності посадки вертольота на воду. Найбільш поширеним типом є колісне шасі, яке використовується на всіх транспортних вертольотах усіх вагових категорій⁴.

Аналізуючи тенденції розвитку повітряного транспорту, відзначимо, що злітна вага сучасних та перспективних вертольотів майже не збільшується, тому немає необхідності в надмірному ускладненні їхніх опор. Через це з усіх існуючих надважких вертольотів лише Mi-26, Bell V-22 Osprey та Bell-BoeingQuadTiltRotor мають двоколісні шасі, решта вертольотів одноколісні головні опори.

За класифікацією ІКАО виділяється 4 категорії вертольотів за злітною вагою. До першого класу належать легкі та надлегкі вертольоти, які набули популярності переважно серед аматорів та не використовуються для регулярних перевезень. Для цього класу в якості покриття зазвичай використовується ґрунтова ділянка із відповідною розміткою та освітленням. Третя та друга категорії вертольотів – найбільш розповсюджені, широко використовуються в корпоративному сегменті, для виконання екскурсійних польотів, рятувальними службами та ін. Вертольоти цієї категорії можуть базуватись як на рівні землі, так і на припіднятих над рівнем землі вертодромах.

Порівнюючи характеристики вертольотів вітчизняного та зарубіжного виробництва, слід відзначити, що за кордоном активно використовуються полоскові шасі, в той час як на вертольотах вітчизняного виробництва – переважно колісні.

Розрахунок покриття вертолітного майданчика в ПК ЛИРА САПР – покриття моделювалось у вигляді матриці з 9 плит, між плитами передбачено пружний зв'язок за допомогою штирів. Використання однієї плити неприпустимо, оскільки в такому випадку не буде враховано взаємодію між плитами покриття.

Моделювання зв'язку між плитами зі штирями виконувалось за допомогою кінцевих елементів № 55 у ПК ЛИРА. Цей тип кінцевого елемента працює лінійно на розтяг та стиск до "незкінченості" із заданою жорсткістю R. Він використовується для урахування податливості між вузлами моделі покриття, елемент дозволяє спроектувати як лінійну, так і кутову податливість зв'язку відносно осей X, Y та Z у глобальній системі координат⁵. Технічні характеристики обраних для аналізу вертольотів наведено в таблиці.

Технічні характеристики вертольотів

Тип повітряного судна	Максимальна злітна вага, т	Тиск у шинах, МПа	Навантаження на основну опору, кН
Mi-26	56,00	0,6	224,00
Mi-38	15,60	0,55	63,96
AW-139	6,40	0,5	25,60

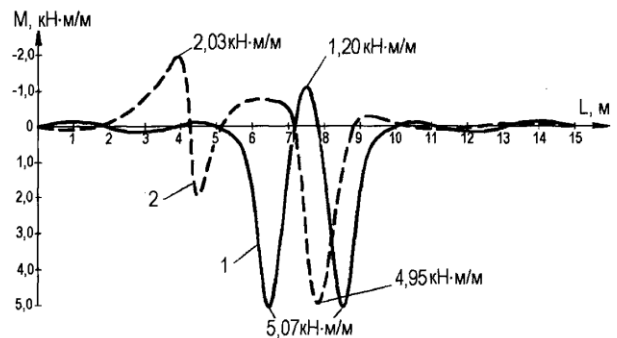


Рис. 1. Епюра згинальних моментів від дії вертольота AW-139: 1 – при центральному розташуванні вертольота; 2 – біля краю плити.

⁴ В.А. Кульчицкий Аэродромные покрытия. Современный взгляд. / В.А. Макагонов, Н.Б. Васильев, А.Н. Чеков, Н.И. Романков. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 530 с.

⁵ Цихановський В.К. Розрахунок тонких плит на пружній основі методом скінчених елементів. / В.К. Цихановський, С.М. Козловець, О.С. Коряк // К.: Вид-во "Сталь", 2008 – 234 с.

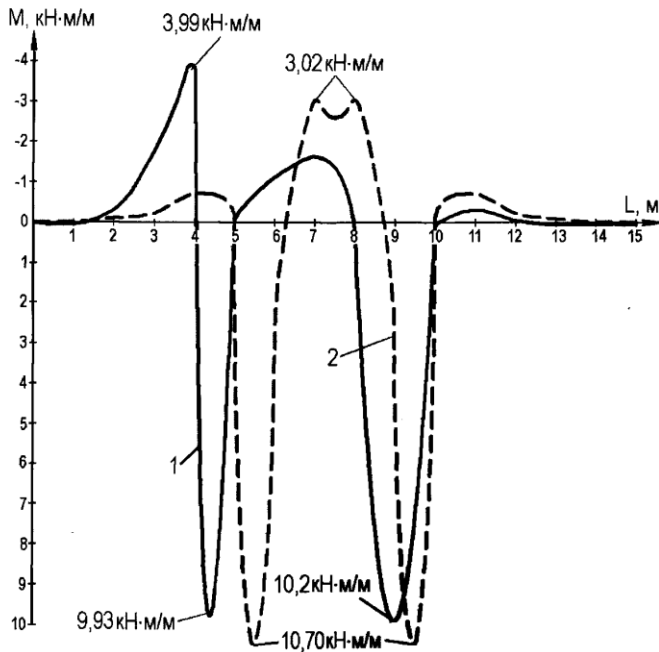


Рис. 2. Епюра згинальних моментів від дії вертольота Мі-38: 1 – при центральному розташуванні вертольота; 2 – біля краю плити.

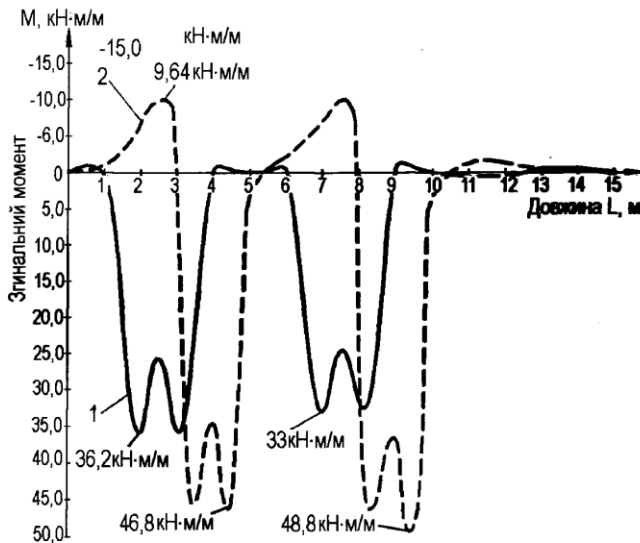


Рис. 3. Епюра згинальних моментів від дії вертольота Мі-26: 1 – при центральному розташуванні вертольота; 2 – біля краю плити.

Для тестового розрахунку було обрано наступну конструкцію покриття: цементобетонне покриття завтовшки 20 см (для вертольота Мі-26 його товщина збільшена до 30 см), вертодром розташовано в II дорожньо-кліматичній зоні, ґрунт основи – суглинок пилуватий (коефіцієнт постелі 40 МН/м³). Еквівалентний коефіцієнт постелі становить для цього випадку 86,5 МН/м³.

Для аналізу напружено-деформованого стану покриття було використано 3 вертольоти різних вагових категорій (Мі-26, Мі-38, Agusta AW-139). Епюри згинальних моментів від дії цих вертольотів на покриття наведені на рис. 1-3.

Для цементобетонного покриття завтовшки 20 см граничний згинальний момент становить 25,73 кН·м/м, для товщини бетону 30 см граничний момент дорівнює 57,88 кН·м/м.

Максимальний згинальний момент при найбільш несприятливому розташуванні вертольотів не перевищує: для вертольота Agusta AW-139 – 5,07 кН·м/м, Мі-38 – 10,7 кН·м/м, Мі-26 – 48,8 кН·м/м. Для вертольота AW-139 коефіцієнт запасу міцності становить 5,07, для Мі-38 – 2,41, а для Мі-26 – 1,19.

Таким чином, можна дійти висновків, що традиційні жорсткі покриття недоцільно використовувати для будівництва окремих вертолітних майданчиків під легкі та середні вертольоти.

Їх можна використовувати у випадку будівництва постійно діючих вертодромів, у разі базування вертольотів на аеродромі (або неподалік від нього), а також як покриття під важкі вертольоти.

Для інших випадків слід використовувати полегшені збірно-розбірні конструкції.