

*В.М. Першаков, А.О. Бєлятинський, О.М. Акмалдінова, А.М. Дубик  
(Національний авіаційний університет, Україна)*

## **Загальна характеристика особливостей проектування вертодромних покриттів**

*В статті розглядається історія розвитку проектування жорстких покриттів аеродромів та вертодромів, основні елементи вертодрому, визначення геометричних параметрів вертолітного майданчика, класифікація вертольотів за впливом на покриття. Великий внесок в цю роботу зробив магістр з будівництва Т. В. Близнюк.*

### **Історія розвитку проектування жорстких покриттів аеродромів та вертодромів.**

З 50-х рр. удосконалення аеродромних та вертодромних покриттів йшло за шляхом поступового збільшення їх товщини з появою важких літаків. Не було окремої методики розрахунку покриттів під вертолітні навантаження. Були розроблені теоретичні основи розрахунку одно- та двошарових жорстких покриттів на вплив експлуатаційних навантажень [1]. Увага приділялося натурним вишукуванням плит покриття. Питання розрахунку аеродромного покриття розглядалися з урахуванням всіх факторів.

З 60-х років почали використовувати аеродромні збірні плити (ПАГ) для покриттів аеродромів та вертодромів. Була розроблена єдина теорія розрахунку аеродромних покриттів [1]:

- розрахунок покриття проводиться на дію статичного навантаження;
- на основі гіпотезі Вінклера [2] розроблена математична модель покриття - плита Кірхгофа-Вінклера на пружній основі;
- значення коефіцієнту постелі приймають найменшим для кожного типу ґрунту в конкретних інженерно-геологічних умовах, враховуючи сезонні зміни опору ґрунтів навантаженням протягом року;
- розрахункові характеристики ґрунтової основи приймають відносно до періоду найменшої міцності покриття;
- плита вважається безкінечною в плані, а крайове завантаження враховується за допомогою перехідного коефіцієнту в залежності від конструкції покриття [3],
- для двошарових покриттів коефіцієнт визначається на основі натурних вишукувань за формулою

$$K = \frac{E_b \cdot t^3 \cdot \rho}{12 \cdot (1 - \mu_b) \cdot \left[ f(d) + \sum_{i=2}^n \bar{m}_{x(y)i} \right] \cdot F_d} \quad (1)$$

де  $E_b$  – модуль пружності бетону;  $t$  – товщина плити покриття;  $\rho$  – кривизна деформованої поверхні під дією сили  $F_d$ ;  $\mu_b$  – коефіцієнт Пуассона бетону;  $f(d)$  – функція, значення якої приймається за;  $\overline{m_{x(y)}}$  – одиничні моменти в плиті під навантаженням [3]:

- для залізобетонних покриттів урахується перерозподілення внутрішніх зусиль;
- передбачається сумісна робота шарів покриття при розрахунку багат шарових покриттів;
- урахується зростання міцності бетону, а також температурних напружень, враховують введенням в розрахунок коефіцієнтів умов роботи жорсткого покриття.

Одношарове покриття із ПАГ [4] вертолітних майданчиків, місць стоянки та руліжних доріжок виконується для плит при об'єднанні їх між собою. Наявність швів в покритті призводить до значного зменшення несучої здатності крайових та куткових ділянок покриття у порівнянні із центральною зоною.

### Геометричні параметри вертолітного майданчика.

*Вертодром* – земельна (водна) ділянка або площа на даху будівлі, яка має комплекс споруд та обладнання, які забезпечують зліт та приземлення, руління, зберігання та обслуговування вертольотів. Вертолітний (посадковий) майданчик – це спеціально підготовлена ділянка для здійснення зльотів та приземлень вертольотів. Згідно із діючими нормами, вона складається із робочої площі для стоянки, відриву та приземлення вертольоту [5, 6, 7].

До вертодрому відносяться: пасажирський павільйон із пероном, при віддаленні вертодрому від аеровокзалу аеропорту більше ніж на 100 м; льотна смуга чи злітно-посадкова смуга (ЗПС) із відкритими підходами; місця стоянки вертольотів; руліжні доріжки; пішохідна алея, яка поєднує пасажирський павільйон із аеровокзалом; швартовочний майданчик. Основні елементи вертодрому показані на рис. 1.

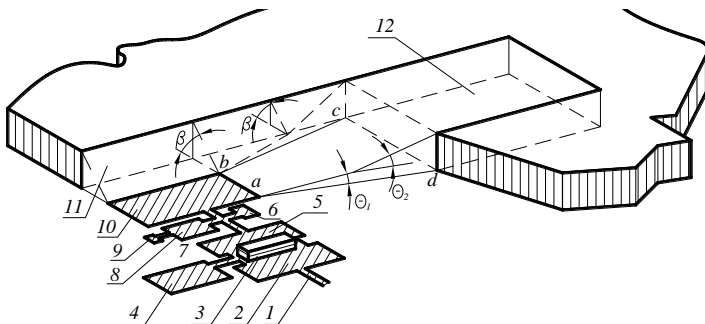


Рис. 1. Елементи вертодрому:

- 1 – підїзна автодорога; 2 – привокзальна площа; 3 – аеровокзал

(пасажирський павільйон); 4 – службово-технічна територія; 5 – перон; 6 – індивідуальне місце стоянки вертольоту (МС); 7 – руліжні доріжки; 8 – групове МС; 9 – швартовочний майданчик; 10 – злітно-посадкова смуга (ЗПС); 11 – бокова площина обмеження перешкод; 12 – площина обмеження перешкод в смузі повітряних підходів

На рис. 2. показані основні елементи посадочного майданчику вертодрому.

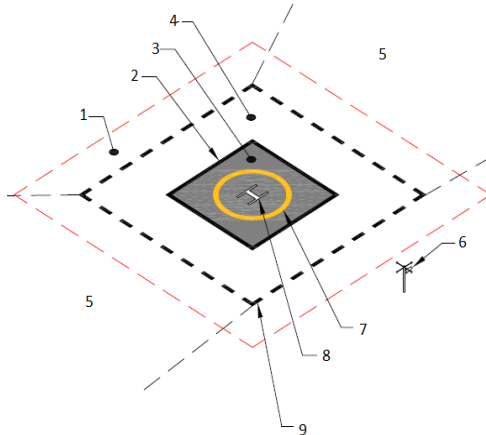


Рис. 2. Елементи посадочного майданчика [7]:

1 – Safety Area – зона безпеки; 2 – TLOF Perimeter Marking – маркування периметру зони зльоту та посадки; 3 – TLOF (touchdown and lift-off area) – зона зльоту та посадки, 4 – FATO (final approach and take-off area) – зона кінцевого підходу та зльоту, 5 – Approach/Departure Surface – зона в якій здійснюється підхід вертольоту при посадці та набір висоти при відбутті; 6 – Wind Cone – вказівник напрямку вітру у вигляді конуса; 7 – TDPC (Touchdown/ Positioning Circle) Marking – маркування обмеження зони приземлення вертольоту; 8 - Heliprot Identification Marking – маркування посадкового майданчика; 9 – In-Ground FATO Edge Marking – маркування периметру зони підходу та зльоту

Вимоги ICAO: маркування слід виконувати зеленим або жовтим кольором для розмітки [8].

Сучасні вертодроми бувають *базові* та *оперативні*. Базові вертодроми включають: злітно-посадкову смугу (посадковий майданчик), систему руліжних доріжок (РД), місця стоянки вертольотів (МС), комплекс засобів технічного обслуговування вертольотів. На базових вертодромах розміщується до 100 – 150 шт. вертольотів, що призводить до великих площ землевідведення під вертодром в цілому і під штучні покриття вертодрому.

## Висновки

В найближчі роки експерти вертолітної галузі оцінюють обсяг ринку колишнього СРСР приблизно в 12000 вертольотів. Тільки 7% з цього обсягу буде приходиться на важкі вертольоти, решта – на середні та легкі.

Нормативна література, як закордонна (ІСАО, рекомендації FAA), так і вітчизняна (СНІП 2.05.08-85) не зосереджує увагу на будівництві вертолітних майданчиків саме під легкі та середні вагові категорії вертольотів.

Актуальним є необхідність підвищення науково-технічного рівня проектування та будівництва вертодромних покриттів, в тому числі поширеність вертольотів в міських умовах. У Нью-Йорку, наприклад, використовується більше 300 вертолітних майданчиків, в Сан Паулу – більше 200, в той же час в Києві лише планується створення мережі вертолітних майданчиків.

## Список літератури

1. *Кульчицкий. В.А.* Аэродромные покрытия. Современный взгляд. /В.А. Макагонов, Н.Б. Васильев, А.Н. Чеков, Н.И. Романков. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 530 с.
2. *Перельмутер А. В.* Модель основания «ССС» / А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер // Расчётные модели сооружений и возможность их анализа. – К.: Сталь, 2002. – С. 369–377.
3. СНІП 2.05.08.85. Аэродромы / Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 59 с.
4. *ДСТУ Б В.2.6-136:2010* Плити залізобетонні попередньо напружені ПАГ-14 для аеродромного покриття. Конструкція (ГОСТ 25912.1-91, MOD).
5. *Васильева Е. И.* Пособие по проектированию вертолетных станций, вертодромов и посадочных площадок для вертолетов ГА / [Е. И. Васильева, В. Г. Гавко, В. А. Шиманский]. - М.: ГПИ и НИИ - Аэропроект, 1984. - 88 с.
6. *Першаков В.М.* Вертодроми: Монографія / В.М. Першаков, А.О. Белятинський, Т.В. Близнюк, Н.Г. Семироз. – К.: Вид-во НАУ, 2014.– 370с.
7. *Першаков В.М.* Проектування аеродромних покриттів. Монографія. /В.М. Першаков, Хе Юйлін, А.О. Белятинський, Т. В. Близнюк, за ред. д.т.н., проф. В.М. Першакова. 2-е вид. – К.: ТОВ НВФ «Славутич-Дельфін», 2019. – 140 с.
8. *Приложение 6 к Конвенции о международной авиации.* Эксплуатация воздушных суден. Часть III. Международные полеты. Вертолеты. // Рекомендации международной организации гражданской авиации. (ИКАО), 2010 – 229 с.