

УДК 725.39

DOI DOI <https://doi.org/10.32782/apcmj.2023.1.5>**Кіпніс Денис Володимирович,**

заступник директора ДП «Дорцентр»

E-mail: Kipnis.snok@gmail.com**Карпов Віктор Васильович,**

доктор історичних наук, декан,

факультет наземних споруд і аеродромів,

Національний авіаційний університет,

просп. Любомира Гузара, 1, м. Київ, 03058, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3446-9187>E-mail: karpov.viktor@npp.nau.edu.ua

ЗАСТОСУВАННЯ СВІТОВИХ ІНЖЕНЕРНИХ ПРАКТИК УПРАВЛІННЯ АЕРОДРОМНИМИ ПОКРИТТЯМИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ КЛАСИФІКАЦІЙНОГО ЧИСЛА PCN

Анотація. Установлено, що одним із напрямів системи управління аеродромним покриттям, узгоджених Усесвітньою організацією цивільної авіації (ICAO), є використання діагностичних комплексів, що працюють за методологією, відомою у світовій практиці відомій як Heavy Weight Deflectometer.

Виявлено основні переваги методу Heavy Weight Deflectometer у циклі технічної експлуатації аеродромних конструкцій: оцінка фактичного стану льотного поля та його окремих елементів за міцністю; можливість складання національного реєстру ЗПС за допустимою вантажнонапруженістю та залишковим ресурсом; введення практики управління ресурсами на ремонт і утримання льотного поля на основі даних про фактичний залишковий ресурс конструкцій і реальних моделей їхньої деградації; раціональний розрахунок і техніко-економічне обґрунтування технологічних рішень щодо відновлення та підсилення конструкцій; можливість виконання діагностичних операцій на діючій ЗПС, що інтенсивно експлуатується; застосування найкращого європейського та світового досвіду в утриманні та розвитку мережі місцевих і міжнародних аеропортів.

Ключові слова: аеродромні покриття, несна здатність, метод HWD, система управління аеродромним покриттям, дефлектометр важкого вантажу, метод ACN-PCN, чаша прогину поверхні покриття.

Kipnis Denys, Karpov Viktor. APPLICATION OF GLOBAL ENGINEERING PRACTICES OF AIRPORT SURFACE MANAGEMENT AND DETERMINATION OF THE CLASSIFICATION NUMBER PCN

Abstract. It has been established that one of the directions of the airfield surface management system agreed by the International Civil Aviation Organization (ICAO) is the use of diagnostic complexes working according to the methodology known in world practice as HWD (Heavy Weight Deflectometer).

The main advantages of the HWD method in the cycle of technical operation of airfield structures were revealed: assessment of the actual condition of the airfield and its individual elements in terms of strength; the possibility of drawing up the national register of the ZPS according to the allowable load tension and residual resource; introduction of the practice of resource management for the repair and maintenance of the airfield based on data on the actual residual resource of structures and real models of their degradation; rational calculation and feasibility study of technological solutions for the restoration and strengthening of structures; the possibility of performing diagnostic operations on the operating runway, which is intensively operated; application of the best European and world experience in the maintenance and development of the network of local and international airports.

Key words: airfield pavements, bearing capacity, HWD method, airfield pavement management system, heavy load deflectometer, ACN-PCN method, pavement surface deflection cup.

Вступ. Курс на відбудову та розвиток мережі місцевих і міжнародних аеропортів як частини загальнонаціональної стратегії відновлення та розвитку економіки України в умовах обмеженого фінансового ресурсу передбачає застосування найбільш ефективних світових інженерних практик.

У розвинених країнах запроваджені системи управління аеродромними покриттями, які забезпечують послідовну, об'єктивну та систематичну процедуру для встановлення пріоритетів і графіків, розподілу ресурсів і бюджету для обслуговування та відновлення покриття. Концепції системи управління аеро-

аеродромним покриттям (APMS) чітко викладені в [1; 2]. Система управління аеродромним покриттям (APMS) – це систематичний набір техніко-економічних стратегій і процедур, які забезпечують стале управління аеродромним покриттям аеропортів.

Функція APMS полягає в розробленні найкращих стратегій обслуговування для підтримки покриття в оптимальних робочих умовах. APMS дотримується систематичної процедури для визначення стану справ, пріоритетів і, як наслідок, планування технічного обслуговування та розподілу необхідних ресурсів, передбачених для всього життєвого циклу й оптимізації бюджету. Система може надавати конкретні рекомендації щодо підтримки активів на прийнятному рівні обслуговування після аналізу зібраної інформації.

Систематичний моніторинг і постійне оновлення показників покриття дозволяють визначити пріоритети та планувати найбільш відповідні заходи з технічного обслуговування та відновлення покриттів порівняно з наявними бюджетами й очікуваними характеристиками.

Постановка проблеми та результати дослідження. Дані щодо показників узагальнюються й аналізуються для визначення однорідних ділянок з однаковими рівнями зносу, несною здатністю та трафіком, які є основою для розроблення багаторічного плану технічного обслуговування. Для цілей аналізу використовується програмне забезпечення (Elmod, Airports тощо) з метою мінімізації вартості життєвого циклу активів за збереження високих стандартів ефективності відповідно до міжнародних правил.

Одним із напрямів системи управління аеродромним покриттям, узгоджених Міжнародною організацією цивільної авіації (ICAO), є використання діагностичних комплексів, що працюють за методологією, відомою у світовій практиці під назвою Heavy Weight Deflectometer (далі – HWD).

Візуалізація показників на мапі аеродрому наведена на рис. 1, дефлектометр важкого вантажу та принцип роботи HWD – на рис. 2 та 3 відповідно.

Даний неруйнівний метод базується на інструментальному вимірюванні чаші прогину поверхні покриття, що виникає під дією тестового динамічного навантаження відповідно до [3]. Як тестове навантаження використовується короткочасне навантаження (тривалість дії – 20–30 мс), рівномірно розподілене на штамп діаметром 30 см. Рівномірність розподілу навантаження забезпечується конструкцією багатосекційного огумленого штампа. Величина навантаження регулюється в межах від 20 до 320 кН, точність розрахунку тиску, що передається на покриття, – 0,1 кПа. Точність реєстрації деформації поверхні покриття – 0,1 мкм.

Дефлектометр важкого вантажу здатний створювати динамічне навантаження, імітуючи вплив на покриття від одноколісної пари всіх типів повітряних суден, зокрема й Boeing 777, Airbus A340 та A380. Дане обладнання має надзвичайно високу продуктивність, одне вимірювання проводиться 10–15 секунд, а за дві години можна виконати до 100 вимірювань.

HWD з автомобілем і тягачем наведено на рис. 4.

Основні переваги застосування методу HWD у циклі технічної експлуатації аеродромних конструкцій полягають в такому:

- можливість швидкої сертифікації ЗПС за методом ACN-PCN відповідно до [4–6];
- оцінка фактичного стану льотного поля та його окремих елементів за міцністю, можливість складання національного реєстру ЗПС за допустимою вантажонапруженістю та залишковим ресурсом [7–9];
- уведення практики управління ресурсами на ремонт і утримання льотного поля на основі даних про фактичний залишковий ресурс конструкцій і реальних моделей їхньої деградації;
- раціональний розрахунок і ТЕО технологічних рішень щодо відновлення та підсилення конструкцій;
- можливість виконання діагностичних операцій на діючій ЗПС, що інтенсивно експлуатується;
- застосування найкращого європейського та світового досвіду в утриманні та розвитку мережі місцевих і міжнародних аеропортів.

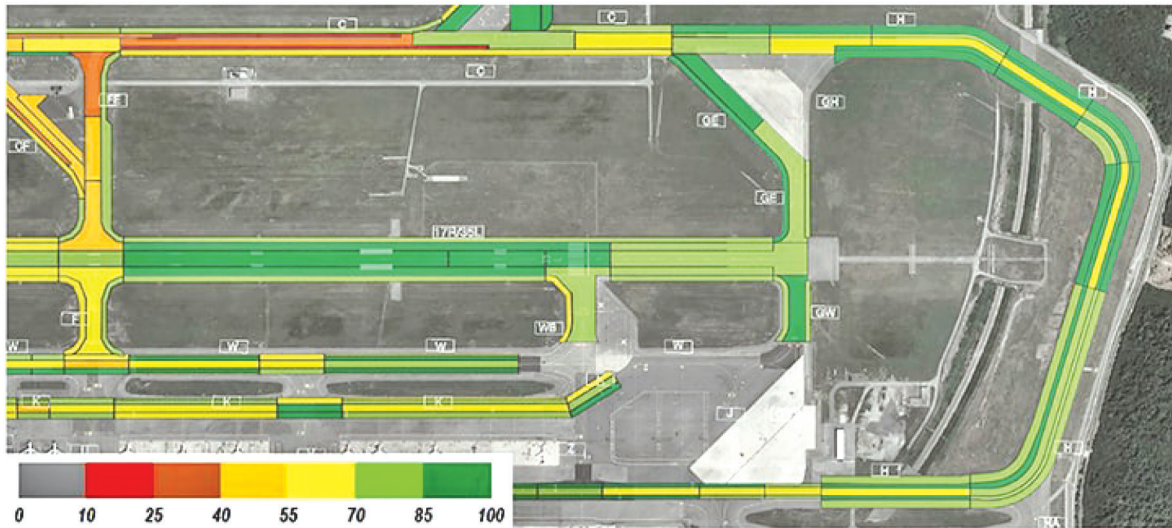


Рис. 1. Візуалізація показників на мапі аеродрому



Рис. 2. Дефлектометр важкого типу HWD

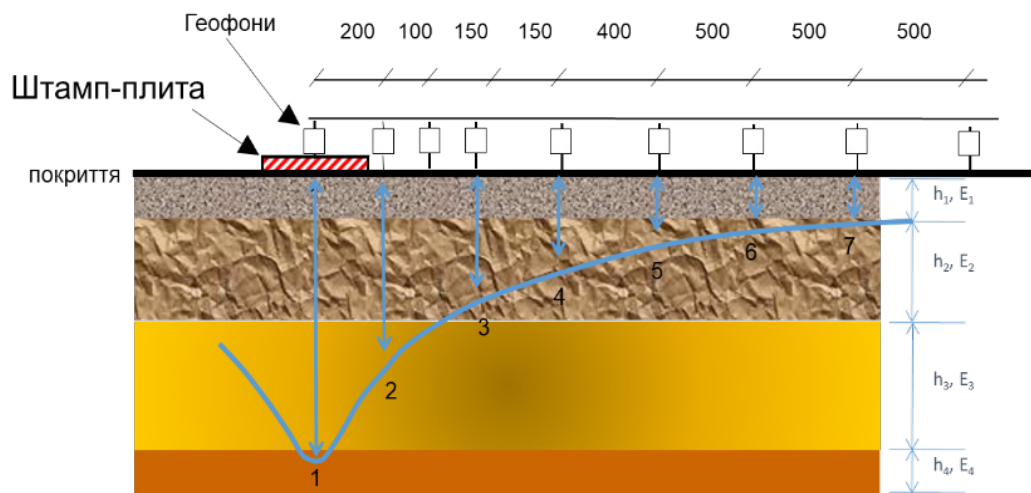


Рис. 3. Принцип роботи HWD



Рис. 4. HWD з автомобілем і тягачем

Висновки. Використання інноваційного підходу під час виконання передпроектних обстежень дозволяє вибрати оптимальне проектне рішення та значно збільшити міжремонтні терміни аеродромних конструкцій, а отже, значно скоротити витрати на їх утримання. Обладнання HWD дозволяє отримати основний набір даних під час вишукувань і забезпечити максимальний ефект в експлуатаційному утриманні, ремонті, реконструкції та сертифікації злітно-посадкових смуг.

Натепер Україна технічно готова до практичної реалізації зазначеної методології силами та засобами державних дослідницьких центрів і приватних інжинірингових компаній. Проте світовий досвід показує, що найбільшого прогресу в питаннях застосування сучасних інженерних практик можна досягти за умови активної позиції держави. Тому з упевненістю можна стверджувати, що сприяння впровадженню у практику технічної експлуатації державних аеропортів методу HWD матиме значний економічний і соціальний ефект у найближчій перспективі.

Список використаних джерел:

1. 150/5380-7B – Airport Pavement Management Program (PMP). October 10, 2014.
2. TRB Transportation Research Circular E-C127: Implementation of an Airport Pavement Management System explores the role and data requirements for an Airport Pavement Management System (APMS). The report also examines the benefits, costs, and common challenges associated with the implementation of an APMS. DOI: 10.17226/22015.
3. ДСТУ Б В.2.3-42:2016. Автомобільні дороги. Методи визначення деформаційних характеристик земляного полотна та дорожнього одягу.
4. Annex 14 : Aerodromes. Volume I : Aerodromes Design and Operations. 9th Edition. July 2022 (Додаток 14 : Аеродроми. Том 1 : Проектування та експлуатація аеродромів. Дев'яте видання. Липень 2022).
5. Doc 9157 Aerodrome Design Manual : Runways. Part 1. 4th Edition. 2020 (Посібник із проектування аеродромів. Частина 1 : Злітно-посадкові смуги. Четверте видання. 2020).
6. Doc 9157 Aerodrome Design Manual. Part 3 : Pavements. 3rd Edition. 2022 (Unedited) (Посібник із проектування аеродромів. Частина 3 : Покриття. Третє видання. 2022. (Без змін)).
7. Numerical simulation of hard airdrome coatings stress-strain state when interacting with weak ground base / S. Talakh end al. *Industrial Machine Building, Civil Engineering* : Academic journal. 2019. № 1 (52). P. 124–132.
8. Rodchenko O.V. Computer technologies for concrete airfield pavement design Aviation. 2017. Volume 21 (3). P. 111–117. DOI: 10.3846/16487788.2017.1379439.
9. Guo E., Pecht F. Critical gear configurations and positions for rigid airport pavements – observations and analysis. *Pavement Mechanics and Performance, GeoShanghai International Conference*. Shanghai, China, 2006. P. 7–14. DOI: 10.1061/40866(198)2.

References:

1. 150/5380-7B – Airport Pavement Management Program (PMP). October 10, 2014.
2. TRB Transportation Research Circular E-C127: Implementation of an Airport Pavement Management System explores the role and data requirements for an Airport Pavement Management System (APMS). The report also examines the benefits, costs, and common challenges associated with the implementation of an APMS. DOI: 10.17226/22015.
3. DSTU B V.2.3-42:2016 Motor roads. Methods of determining the deformation characteristics of the ground surface and road surface.
4. Annex 14 – Aerodromes – Volume I – Aerodromes Design and Operations 9th Edition, July 2022 (Dodatok 14 Aerodromy. Tom 1 Proektuvannia ta ekspluatatsiia aerodromiv. Vydannia deviate, lypen 2022).
5. Doc 9157 Aerodrome Design Manual – Runways – Part 1. 4'th Edition, 2020 (Kerivnytstvo po proektuvanniu aerodromiv. Chastyna 1 Zlitno-posadkovi smuhy. Vydannia chetverte, 2020).
6. Doc 9157 Aerodrome Design Manual – Part 3 – Pavements. 3'rd Edition – 2022 (Unedited) (Kerivnytstvo po proektuvanniu aerodromiv. Chastyna 3 Pokryttia. Vydannia tretie, 2022, bez zmin).
7. Talakh S., Dubyk O., Lysnytska K., Ilchenko V. (2019). Numerical simulation of hard airdrome coatings stress-strain state when interacting with weak ground base. Academic journal. Industrial Machine Building, Civil Engineering, 1 (52), 124–132.
8. Rodchenko O.V. (2017). Computer technologies for concrete airfield pavement design Aviation. Volume 21 (3). P. 111–117. DOI: 10.3846/16487788.2017.1379439.
9. Guo, E., Pecht, F. (2006). Critical gear configurations and positions for rigid airport pavements – observations and analysis, in Pavement Mechanics and Performance, GeoShanghai International Conference. Shanghai, China, 7–14. DOI: 10.1061/40866(198)2.