

УДК 625.717.2

**АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНОГО ДАТЧИКА ДЛЯ
ВИМІРЮВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЗЧЕПЛЕННЯ НА ЗЛІТНО-
ПОСАДКОВІЙ СМУЗІ**

**ANALYSIS USING MOBILE SENSOR FOR MEASURING THE
TRACTION ON RUNWAY**

Перова О.С. асистент (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Perova O. (Kharkiv National Automobile and Highway University)

В роботі проаналізовано можливість використання нового приладу для визначення коефіцієнта зчеплення «Дата Спектр Аеро». Наведені та порівняні експериментальні дані вимірювань коефіцієнта зчеплення авіаційним гальмівним візком АТТ-2 та мобільним датчиком «Дата спектр Аеро» на злітно-посадковій смузі Міжнародного аеропорта "Харків".

The paper analyzes the possibility to use the new device to determine the coefficient of adhesion "Data Spectr Aero." These experimental and comparable measurements of the coefficient of adhesion truck air brake АТТ-2 mobile sensor "Data Spectr Aero" on the runway of the International Airport "Kharkiv".

Ключові слова: злітно-посадкова смуга, повітряне судно, коефіцієнт зчеплення, зчіпні властивості, мобільний датчик «Дата Спектр Аеро»

Keywords: taxiway, aircraft, traction coefficient, coupling qualities, mobile sensor "Data Spectr Aero".

Постановка проблеми. Безпека і регулярність польотів сучасних літаків в значній мірі залежать від стану поверхні ЗПС. Це є наслідком росту злітно-посадочних характеристик літаків, необхідності дотримання розкладу польотів і експлуатації літаків на "критичних" ВПП, тобто смугах, які не мають запасу щодо розрахункових довжин для забезпечення зльоту і посадки.

Наявність на покриттях води, снігу або сльоти значно погіршує зчеплення авіашин. Відповідно зменшується ефективність

гальмування коліс літаків, що призводить до збільшення довжин пробігу. При зльоті з ВПП при таких станах покриттів зростає і довжина розбігу за рахунок підвищення опору руху літака. Погіршується і шляхова стійкість, і керованість літаків при русі по землі.

Коефіцієнт зчеплення поверхні наземного покриття, який визначає ступінь зчеплення його з колесами транспортного засобу, у всьому світі є предметом дослідження і виробництва робіт по його вимірюванню.

Передпосадковий вимір властивостей зчеплення поверхні покриттів з колесами повітряних суден здійснюється в даний час в аеропортах усього світу, шляхом прокатування, з постійним ковзанням, вимірювальних коліс за допомогою мобільних (буксируваних або самохідних) установок. Дати оцінку умов гальмування на ЗПС досить складно, тому що важко створити прості, надійні і точні прилади, розраховані на роботу в експлуатаційних умовах. Вони повинні в процесі руху по ЗПС зі швидкістю близько 60 - 100 км/год здійснювати безперервний вимір, запис і автоматичний підрахунок та реєстрацію їх середніх значень для всієї ЗПС і окремо для кожної третини. У вітчизняній авіації для визначення коефіцієнта зчеплення використовуються різні прилади (аеродромний гальмівний візок (АТТ-2), Skidometr і Mu-Metr), їх недоліком є те, що на одній і тій же області вони видають різний результат, так як вимірювання проводять на різних швидкостях.[1]

Виходячи з цього, актуальність теми полягає в тому, що вітчизняна авіація вимагає єдиного методу вимірювання для всіх вищенаведених приладів. Цього можна досягти, удосконаливши існуючий метод вимірювання коефіцієнта зчеплення. Отже проаналізувавши всі відомі засоби вимірювання коефіцієнта зчеплення на ЗПС, виникла ідея застосувати мобільний датчик «Дата Спектр Аеро».

Аналіз досліджень. Дати оцінку умов гальмування на ЗПС досить складно, тому що важко створити прості, надійні і точні прилади, розраховані на роботу в експлуатаційних умовах. Вони повинні в процесі руху по ЗПС зі швидкістю близько 60 – 100 км/год здійснювати безперервне вимірювання, запис і автоматичний підрахунок та реєстрацію їх середніх значень для всієї ЗПС і окремо для кожної третини.

Існуючі методи оцінки зчіпних властивостей покриттів засновані на вимірі коефіцієнтів зчеплення двома основними способами за допомогою гальмування автомобіля і з використанням спеціальних приладів. У свою чергу вимірювання, залежно від їх тривалості, поділяються на два види: дискретні та циклічні. [2]

Принцип вимірювання коефіцієнта зчеплення за допомогою деселерометра

Вимірювання за оцінкою умов гальмування на ЗПС з використанням деселерометрів виконуються шляхом короткочасних інтенсивних гальмувань автомобіля, що рухається зі швидкістю 40 км / ч. Таких гальмувань робиться не менше трьох на кожній третині довжини ЗПС в процесі двох проїздів по смузі на відстані 5-10 м в обидві боку від її осьової лінії. Потім, на основі отриманих даних, підраховуються середньоарифметичні значення коефіцієнтів зчеплення для кожної третини довжини і всієї ВПП.

Принцип вимірювання Кзч гальмівний візком АТТ-2, як і у зарубіжних вимірювачів коефіцієнта зчеплення заснований на кінематичному жорсткому зв'язку вимірювального колеса з опорним колесом через карданну передачу без збереження сталості режиму вимірювання Кзч через відсутність можливості витримування заданого коефіцієнта прослизання вимірювальних коліс при неоднорідності поверхні аеродромного покриття штучної злітно / посадкової смуги (лід, сніг, вода, забруднення і т. п.). Здійснюється опосередковане вимірювання нормативних значень Кзч. В силу цих причин похибка нормативних значень Кзч становить до 30%.

З усіх пристроїв подібного роду найбільш досконалою є шведський візок "Скіддометр BV 11: 2" Він являє собою триколісний напівпричіп вагою 360 кг, розрахований на буксирування легковим автомобілем. Ефект гальмування створюється за рахунок руху середнього вимірювального колеса з постійним прослизанням близько 17% при всіх станах покриттів. Це дозволяє отримувати значення коефіцієнтів зчеплення дуже близькі до їх граничних величин. [3]

Професійний мобільний датчик для визначення стану дороги встановлюється на транспортному засобі для оптимізації витрат реагентів і маршрутів спецтехніки для зимового утримання злітно-посадкових смуг. Мобільний датчик в захисному кожусі, який здійснює 100 вимірювань в секунду, надійно функціонує навіть в екстремальних умовах навколишнього середовища. Принцип вимірювання: (оптичний / спектроскопічний): вода по-різному

поглинає певні довжини хвиль. Якщо на поверхні дороги знаходиться вода, то спектральні показники змінюються. Існує безліч матеріалів дорожнього покриття. «Дата Спектр Аеро» автоматично адаптується до матеріалу поверхні дороги не залежно від типу покриття (включаючи пористий асфальт, бетон і ін.).

Використовуючи дану безконтактну технологію можна визначити такі стани поверхні дороги як сухо, волого, мокро, лід, сніг / лід, мокро і реагенти.

Датчики встановлюються на транспортному засобі. Для визначення водяної плівки, снігу, льоду, а також коефіцієнта зчеплення, датчик «Дата Спектр Аеро» може бути встановлений на відстані 1-2 метри від поверхні дороги. «Дата Спектр Аеро» дозволяє визначити наступні дані:

- температура повітря;
- відносна вологість;
- температура точки роси;
- стан поверхні дорожнього полотна: сухо / волого / мокро / сніг / лід;
- процентне змісту льоду;
- коефіцієнт тертя (зчеплення). [4]

Таблиця 1

Характеристика мобільного датчика «Дата Спектр Аеро»

| | | |
|-------------------------------|--|---|
| Умови експлуатації | Напруга живлення | = 10...28 В |
| | Споживана потужність | ≈ 3 ВА без обігріву, ≈ 50 ВА з обігрівом |
| | Температура | -40...60° |
| | Тип захисту | IP66 |
| Температура повітря | Діапазон вимірювань | -40...60°C |
| | Точність | ±0,2 при 0°C |
| | Роздільна здатність | 0,1 К |
| Відносна вологість | Діапазон вимірювань | 0...100% |
| | Точність | ±0,2 при 0°C |
| | Роздільна здатність | 0,5% |
| Температура поверхні покриття | Принцип | Пірометр |
| | Діапазон вимірювань | -40...70°C |
| | Точність | ±0,8°C при 0°C |
| | Роздільна здатність | 0.1°C |
| Стан поверхні покриття | Сухо, волого, мокро, лід, сніг / лід, мокро і реагенти | |
| | Тертя | 0...1 (слизько...сухо) |



Рис. 1 - Мобільний датчик «Дата Спектр Аеро»

Мета дослідження. Сучасні аеродромні покриття являють собою складні інженерні споруди, до експлуатації яких пред'являються високі вимоги. Основою технічної експлуатації аеродромних покриттів є дотримання експлуатаційних вимог, зокрема своєчасна діагностика стану покриттів і виконання будівельних заходів з проведення планово-попереджувальних ремонтів.

В області методів засобів вимірювання фрикційних властивостей покриттів найбільш затребуваною сьогодні є техніка передпосадкового оперативного контролю покриттів аеродромів цивільної авіації, так як від стану злітно-посадкових смуг залежить безпека посадки пасажирських повітряних суден, а значить, здоров'я і життя одночасно десятків і навіть сотень людей. [5]

Результати дослідження. Протягом зимового періоду 2015-2016 року було проведено дослідну експлуатацію системи безконтактної оцінки стану аеродромних покриттів «Дата Спектр

Аеро». Під час експлуатації виконувались одночасні заміри коефіцієнту зчеплення аеродромним гальмівним візком АТТ-2 та вищезгаданим приладом. Результати замірів фіксувалися за допомогою об'єктивного запису. До АТТ-2 під'єднували регістратор «НЮКІ», а дані приладу «Дата Спектр Аеро» записувалися в цифровому вигляді та роздруковувалися на папері.

Коефіцієнт зчеплення в Міжнародному аеропорту «Харків» вимірювався за допомогою аеродромного гальмівного візка АТТ-2 і мобільного датчика «Дата Спектр Аеро». За допомогою даних приладів були виміряні коефіцієнт зчеплення при швидкості 40 км / год на бетонному покритті в місці зльоту / посадки повітряного судна.

Заміри виконувалися на чотирьох станах полкриття – сніг, сніг з льодом, дощ та сухо. Перед випробуванням, прилад «Дата Спектр Аеро» було відкалібровано на сухій ділянці покриття злітно-посадкової смуги, яка слугувала еталоном.

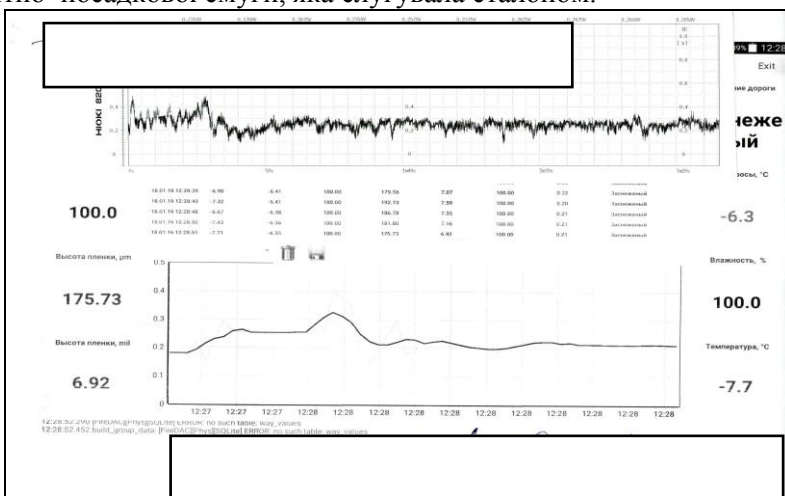


Рис. 2 - Результати вимірювань Кзч за допомогою АТТ-2 та «Дата Спектр Аеро» Міжнародний аеропорт «Харків» на засніженому покритті

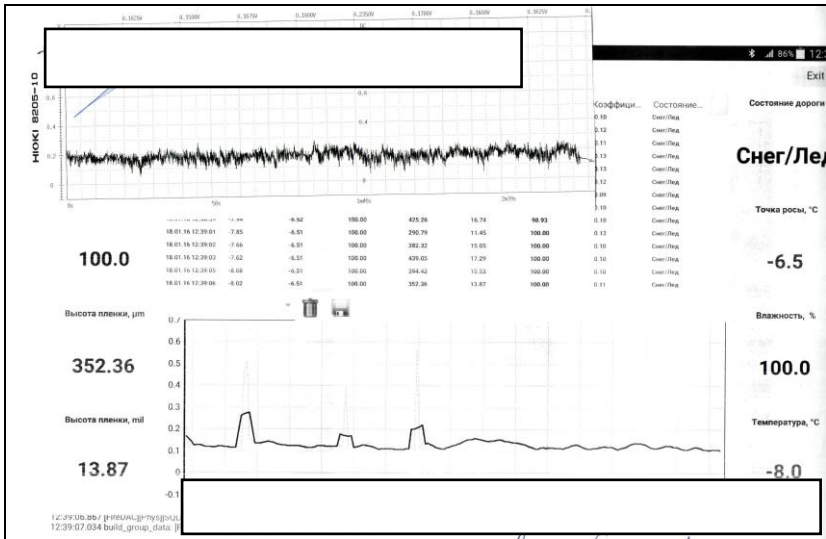


Рис. 3 - Результати вимірювань Кзч за допомогою АТТ-2 та «Дата Спектр Аеро» Міжнародний аеропорт «Харків» на покритті зі СНІГОМ ТА ЛЬДОМ

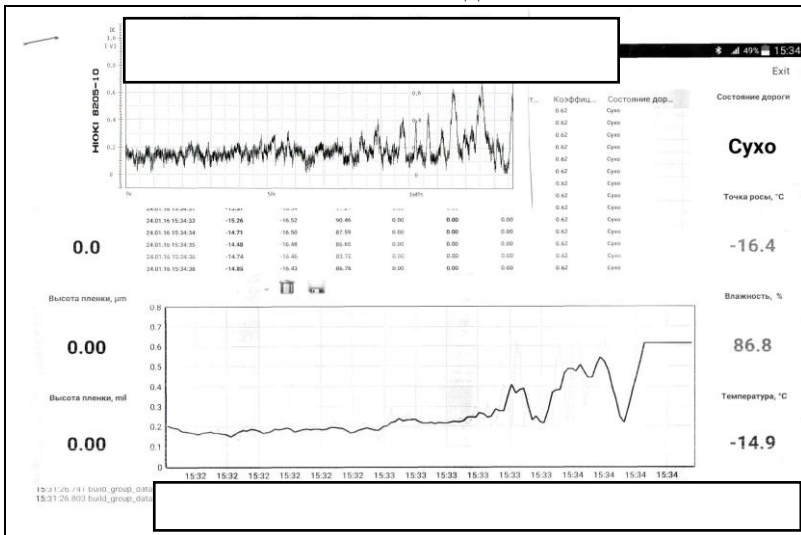


Рис. 4 - Результати вимірювань Кзч за допомогою АТТ-2 та «Дата Спектр Аеро» Міжнародний аеропорт «Харків» на сухому покритті

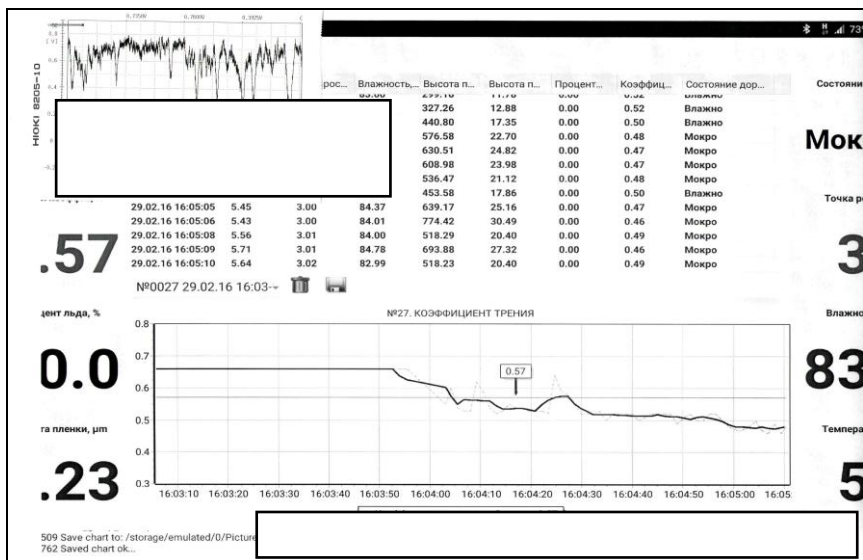


Рис. 5 Результати вимірювань Кзч за допомогою АТТ-2 та «Дата Спектр» Аеро Міжнародний аеропорт «Харків» на мокрому покритті

Як видно з рисунків, представлених вище, вимірний коефіцієнт зчеплення за допомогою АТТ-2 та «Дата Спектр Аеро» майже ідентичні. У приладі «Дата Спектр Аеро» показники трюхи завищені, це обумовлено більшою точністю приладу, та кількості замірів у часі. Також, АТТ-2 має більшу похибку, так як під час випробувань, мало місце прослизування вимірюючого колеса, а це впливає на середній показник коефіцієнта зчеплення.

Під час дослідної експлуатації виконувалися тестування та уточнення програмного забезпечення для його адаптації та узгодження з показниками гальмівного візка АТТ-2. дослідни проводилися за різних погодних умов стану покриття. За результатами спільних замірів склалися протоколи.

В експлуатації система «Дата Спектр Аеро» простіша за АТТ-2. Немає необхідності підключати кабелі до автомобіля та візка, які під час експлуатації нерідко виводять з ладу з'єднувачі блоку АВР та заважають роботі. Рухатись з гальмівним візком по аеродрому незручно, не має можливості підвезти інструмент та обладнання для очистки аеродрому від снігу. У зв'язку з цим візок АТТ-2 чіпляють

за автомобіль тільки під час замірювання зчеплення. Під час заміру навантаження на автомобіль, витрата пального та зношення шини на АТТ-2 збільшується. Система «Дата Спектр Аеро» менша за розмірами, не заважає виконувати інші роботи. Це дає можливість неперервного контролю зчеплення під час опадів та очищення аеродрому.

Висновки. З проведених експериментальних досліджень можна зробити такі висновки, що результати вимірювання коефіцієнта зчеплення мобільним датчиком «Дата Спектр Аеро» більш точні ніж показники аеродромного гальмівного візка АТТ-2. Даний прилад дає можливість швидко і оперативно виконувати заміри і передавати їх безпосередньо диспетчеру аеропорта.

Слід зазначити, що в даний час в області фінансування методів оцінки зчепних властивостей аеродромних і дорожніх покриттів склалося складне становище. Воно полягає в тому, що в кожній країні, в тому числі і в СРСР, створено багато приладів, що мають абсолютно різні принципи роботи і основні технічні характеристики. Тому виміряні за допомогою кожного з цих пристроїв коефіцієнти зчеплення різко відрізняються між собою. Все це вносить плутанину при використанні результатів оцінки гальмування на ЗПС.

Література

- 1.** Проектування аеропортів: підруч. Для студ. вищ. Навч. закл./ М.Ф. Дмитриченко, М.М. Дмитрієв, О.М. Папченко [та ін.]. – К.: НТУ, 2010. – 248 с.
- 2.** А.П. Степушин Оценка эксплуатационно-технического состояния аэродромных покрытий : учебное пособие для студентов вузов - Москва : Московский автомобильно-дорожный ин-т, 2008. - 111 с
- 3.** Руководство по аэропортовым службам 9137-AN/898. Часть 2 Состояние поверхности покрытия. – чинний від 2002 р.
- 4.** <http://data-lufft.com/p170192757-marwis-mobilnyj-datchik.html>
- 5.** Белинский И.А., Смородов Ю.А., Соколов В.С. Зимнее содержание аэродромов. – М.: Транспорт, 1982.