

Рис. 4. Температурний профіль поверхні аеродромного покриття над не суцільністю квадратного горизонтального перетину на глибині 20 см. Липень, 19 година.

### Література

1. Дмитрієв Н. Н. Основы контроля и диагностики аэродромных покрытий.— К.: УТУ, 1998. — 240 с.
2. Дмитрієв М.М., Деркачов О.Б., Папченко О.М., Дорошенко Ю.В. Застосування тепловізорів для не руйнуючого контролю аеродромних покриттів. НТУ України. ВІСНИК. Науково-технічний збірник, присвячений 60-річчю заснування університету № 9 2004, заснований у 1997 році. Київ-2004, с. 67-70
3. Деркачов О.Б., Бойко В.И. Энергетичний баланс аеродромних покриттів Проблеми транспорту. Збірник наукових праць, випуск 5, с. 95 – 99, НТУ – 2008
4. Дмитрієв М.М., Папченко О.М., Деркачов О.Б., Рутковська І.А. Теплова діагностика злітно-посадкових смуг аеродромів. Збірник доповідей 9 Міжнародної науково-практичної конференції «Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики.» Київ-2007, с. 186-188.

УДК 629.139

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ ТЕПЛОВОГО НЕ РУЙНУЮЧОГО КОНТРОЛЮ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ В НАЦІОНАЛЬНОМУ ТРАНСПОРТНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ УКРАЇНИ (НТУ)

Доктор технічних наук Дмитрієв М.М.,  
доктор технічних наук Папченко О.М.,  
кандидат технічних наук Деркачов О.Б.,  
Бойко В.І.

*В статті представлено дослідження проблеми теплового не руйнуючого контролю аеродромних покриттів в Національному транспортному університеті України.*

*The article presents research on the thermal control without destroying airport paving the National Transport University Ukraine.*

Тепловий не руйнуючий контроль аеродромних покриттів, особливо злітно-посадкових смуг, має ту безперечну перевагу перед іншими видами контролю, що дозволяє за короткий час отримувати потрібну інформацію з великих площ покриття, а це вкрай важливо з точки зору забезпечення безперебійності руху повітряних суден.

Контроль засновано на використанні теплових потоків, що виникають у їх товщі за рахунок різниці відносно сталих температур ґрунту під покриттям і зміни добових і сезонних температур на його поверхні при урахуванні дії сонячної радіації, вітру та ґрунтових від [1]. Таким чином, в денний час, коли температура повітря підвищується, і на поверхню діє сонячна радіація, тепловий потік направлено від поверхні до ґрунту, а уночі — навпаки. Якісно розподіл температур в аеродромній плиті може бути представлено наступним чином.

При однорідному складі покриття та шару ґрунту під ним (подушки) в будь-якому поперечному перетині теплові потоки ідентичні і направлені вертикально. Внаслідок цього температура поверхні плити буде однаковою в усіх її точках. За наявності будь-якого дефекту (каверни, чужорідного включення, проникнення ґрунтових від, кришення бетону і т. п.) умови поширення теплових потоків змінюються, що призводить до появи на поверхні плити температурних аномалій. Реєстрація і аналіз просторово-часових характеристик цих аномалій з допомогою тепловізора [2,3] дозволяє визначати характер та локалізацію дефектів.

Тепловому контролю дорожніх та аеродромних одягів приділялася увага дослідників ще з вісімдесятих років минулого століття., але єдиної узагальненої теорії теплового контролю аеродромних покриттів не існувало. В останні роки у зв'язку з появою повітряних суден великої ваги та інтенсифікації повітряного руху потреба у засобах оперативного контролю стану злітно-посадкових смуг суттєво загострилася, і тому значна увага приділяється до дослідних робіт у цьому напрямку.

В УТУ систематичні дослідження проблеми теплового контролю аеродромних покриттів проводяться впродовж тривалого часу, за якого було розроблено теоретичну базу для вирішення практичних задач контролю та діагностики. Результати досліджень відображено в численних статтях в наукових виданнях, монографіях, доповідях на українських та міжнародних наукових конференціях.

Було розроблено теоретичні основи теплового контролю, які містять математичні методи моделювання теплових полів в аеродромних покриттях, аналіз природних та штучних факторів що діють на теплофізичні характеристики покриття та ґрунту під ним, просторово-часовий розподіл добових та сезонних теплових потоків та закономірності формування на поверхні покриття температурних аномалій внаслідок різного роду прихованих дефектів покриття. [4].

До теорії входять також принципи функціонування та конструювання апаратури контролю і методологія безконтактного неруйнівного контролю та діагностування аеродромних покриттів. [3,5] Остання успішно випробувана на практиці в польових іспитах.

Дослідження дозволили виявити як можливості не руйнуючого теплового контролю аеродромних покриттів, так і певні принципи обмеження цих можливостей, які, однак, не заперечують головної переваги методу.

Нижче викладаються головні результати досліджень, отримані на цей час.

1. Температурні коливання матеріалу аеродромного покриття складаються з добових та сезонних змін.
2. Амплітуда цих коливань та глибина їх проникнення залежать від теплофізичних характеристик покриття і збільшується із зростанням його теплопровідності та температуропроводності, як це ілюструється рис. 1.

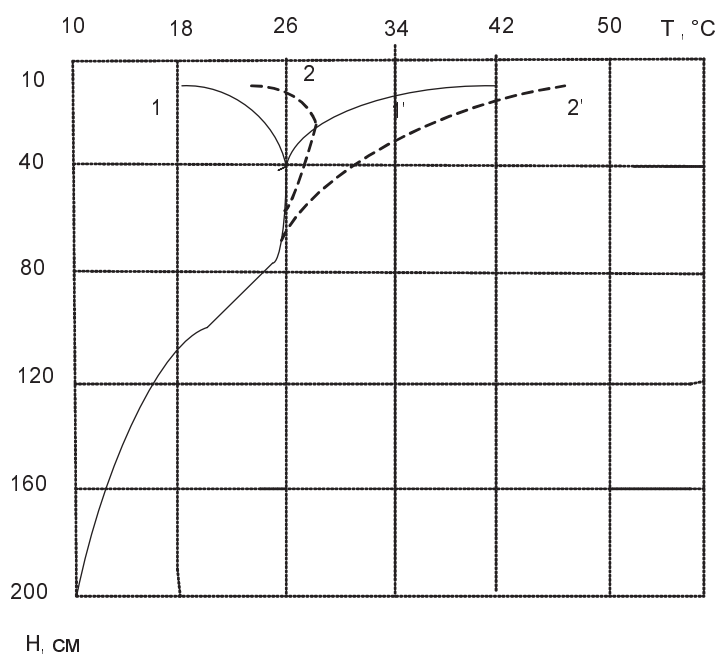


Рис. 1. Діапазони зміни температур в залежності від глибини в аеродромних покриттях та ґрунті під ними протягом доби для середини липня:  
 1-1' — теплопровідність покриття  $\lambda = 0,9 \text{ Вт.}/(\text{м} \cdot \text{град})$ ,  
 2-2' —  $\lambda = 1,5 \text{ Вт.}/(\text{м} \cdot \text{град})$

3. Наявність у товщі аеродромного покриття зони з відмінними теплофізичними характеристиками, або проникнення ґрунтових вод призводить до появи на поверхні покриття температурних аномалій, які наслідують своїми обрисами горизонтальний перетин зони, а їх величина залежить від часу доби, пори року та географічної широти місця як це ілюструється рис. 2 та рис. 3.

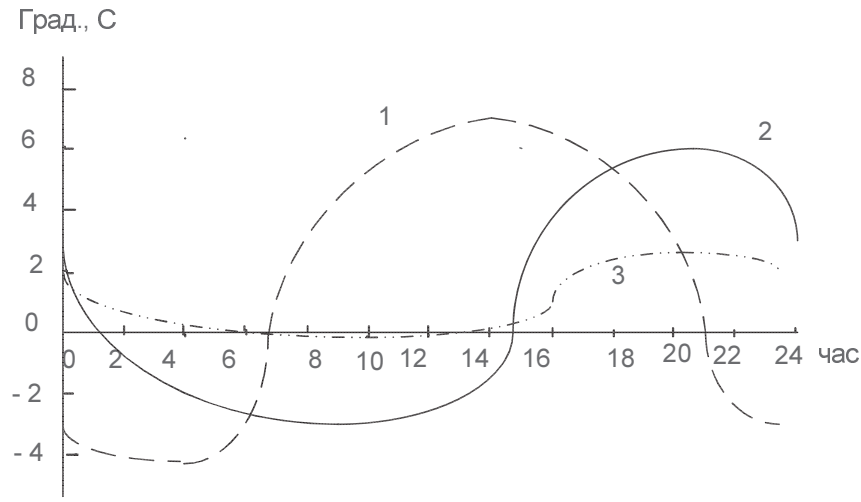


Рис. 2. Залежність температурного контрасту на поверхні аеродромного покриття від часу доби. Глибина залягання дефекту: 1 — 10 см; 2 — 12 см; 3 — 20 см

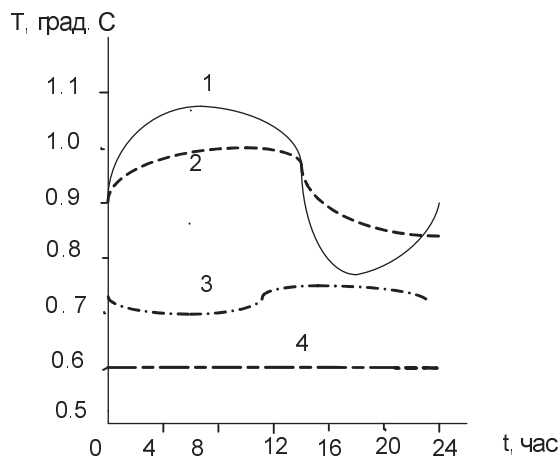


Рис. 3. Залежність температурного контрасту на поверхні аеродромного покриття від часу доби. Глибина залягання дефекту: 1 — 30 см; 2 — 40 см; 3 — 60 см; 4 — 80 см

4. Температурний профіль поверхні над дефектною зоною залежить як від глибини її розташування, так і від співвідношення  $l/h$ , де  $h$  — глибина від поверхні,  $l$  — довжина горизонтального перетину. Критичним значенням слід вважати  $l/h = 2$ . Відповідні залежності представлено на рис. 4.

5. За наявності сезонних теплових потоків (коли температури на поверхні та в глибині ґрунту суттєво відрізняються) дефекти, розташовані нижче межі добових температурних коливань також проявляються на поверхні покриття, якщо вони відповідають вимозі  $l/h \geq 2$ . Їх можна розпізнати по відсутності температурних коливань упродовж доби.

5. Наявність опадів або тимчасового похолодання нівелює температурні прояви прихованих дефектів, але розподіл температур, притаманний сезону, відновлюється протягом доби.

6. Розроблений алгоритм аналізу термограм покриття дозволяє визначити наявність, глибину залягання та розмір дефекту, але це потребує знання розрахункового просторово — часового добового розподілу температур для даного сезону; вимір температури поверхні контрольованої ділянки в різний час доби; одноразовий вимір температури поверхні неушкодженої ділянки.

7. При розташуванні сучасного тепловізора на носії, що рухається уздовж злітно-посадкової смуги можливо забезпечити безперервний запис термограм з прив'язкою до місцевості, а також організувати їх автоматичний аналіз.

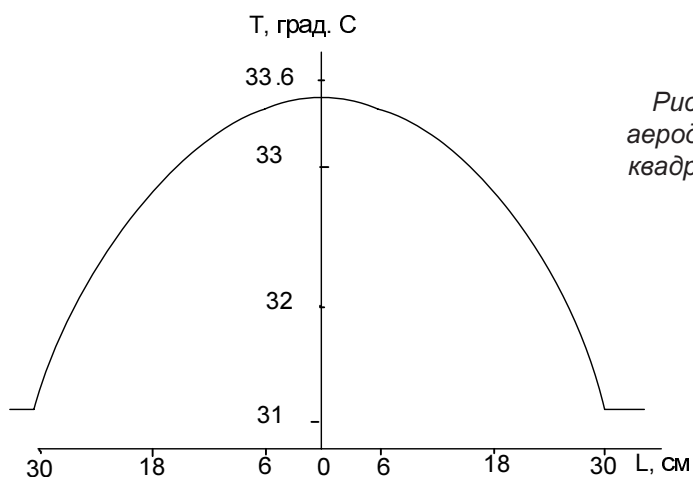


Рис. 4. Температурний профіль поверхні аеродромного покриття над не суцільністю квадратного горизонтального перетину на глибині 20 см. Липень, 19 година

Із вище викладеного випливають наступні висновки.

1. Не руйнуючий оперативний тепловий контроль стану аеродромних покриттів можливий в з допомогою сучасної тепловізійної апаратури, розташованої на рухомому носії.
2. Пошкодження можуть бути виявлені практично у всій товщі покриття, але тільки за умови  $l/h \geq 2$ , що дозволяє виявляти дрібні не суцільності тільки у при поверхневому шарі покриття (до 20 см).
3. Для підтвердження або спростування окремих теоретичних висновків необхідно проводити комбіновані дослідження із застосуванням альтернативних засобів контролю (як от радіолокації), Такі дослідження заплановані на найближчий час.

### Література

1. Дмитриев Н. Н. Основы контроля и диагностики аэродромных покрытий.— К.: УТУ, 1998. — 240 с.
2. Дмитрієв М.М., Деркачов О.Б., Папченко О.М., Дорошенко Ю.В. Застосування тепловізорів для неруйнуючого контролю аеродромних покриттів. НТУ України. ВІСНИК. Науково-технічний збірник, присвячений 60-річчю заснування університету № 9 2004, заснований у 1997 році. Київ-2004, с. 67-70
3. Деркачѳв О.Б., Аппаратура неразрушающего теплового контроля материалов и покрытий.Инф.сб. «Вклад науки в повышение надёжности и долговечности машин и сооружений», К., «Наукова думка», 1989, 38-40 с.с.
- 4.Дмитрієв М. М., Деркачов О. Б., Папченко О. М. Дорошенко Ю. В. Добовий перерозподіл температури у верхньому шарі аеродромного покриття під дією природних чинників. 63 науково-практична конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та структурних підрозділів Національного транспортного університету. с.37, Київ-2007
5. Папченко О. М., Використання можливостей сучасного тепловізора для підвищення ефективності контролю стану аеродромних покриттів. Проблеми транспорту. Збірник наукових праць НТУ, Випуск 4. Київ 2007, с.40-44

УДК 629.139

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ТЕПЛОВОЇ ДІАГНОСТИКИ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ

Доктор технічних наук Папченко О.М.,  
кандидат технічних наук Деркачов О.Б.,  
кандидат технічних наук Рутковська І.А.

*В статті розглянуто теплові методи діагностування аеродромних покриттів та впровадження в практику апаратури контролю стану аеродромних покриттів.*

*The paper considers thermal methods of diagnosing airport paving and practical implementation of hardware control of airport paving.*