

Кіянко І.В., канд. техн. наук, Пархоменко О.Ю.

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ВЛАШТУВАННЯ ЦЕМЕНТОБЕТОННИХ ШАРІВ В АЕРОПОРТУ м. ХАРКОВА НЕРУЙНІВНИМ ЕКСПРЕС-МЕТОДОМ

Анотація. запропоновано неруйнівний експрес-метод контролю якості влаштування цементобетонних шарів аеродромних та дорожніх одягів. Наведено результати проведення робіт щодо контролю якості влаштування обочини руліжної доріжки та перону з монолітного цементного бетону в аеропорту м. Харкова.

Ключові слова: цементний бетон, неруйнівний контроль якості, модуль пружності, хвиля Релея.

Аннотация. предложен неразрушающий экспресс-метод для контроля качества устройства цементобетонных слоев на аэродромных и дорожных одеждах. Приведены результаты проведения работ по контролю качества устройства обочины рулѐжной дорожки и перрона из монолитного цементного бетона в аэропорту г. Харькова.

Ключевые слова: цементный бетон, неразрушающий контроль качества, модуль упругости, волна Релея.

Annotation. nondestructive method for quality control testing of Portland cement concrete road and runway pavements is caused. Theoretical aspects of Phase Vibroacoustic Method using are given. The results about quality control works of building Portland cement concrete elements at the airport in Kharkov are considered.

Keywords: Portland Cement Concrete, Nondestructive Testing, Elasticity Modulus, Rayleigh Wave

У будівельній галузі на всіх етапах зведення конструкцій з цементного бетону перспективним завданням є застосування прогресивних методів контролю якості виконуваних робіт. При цьому, оперативність отримання інформації з високою точністю, відсутність необхідності залучення

спеціалізованих лабораторій, бажання використовувати відносно недороге по вартості обладнання обумовлює актуальність розвитку і впровадження неруйнівних методів контролю якості бетонних виробів.

По даному напрямку наукових досліджень широке застосування знайшла акустична група методів [1]. Розвиток приладового забезпечення, а також впровадження автоматизованих засобів обробки інформації зумовило використання методу спектрального аналізу параметрів розповсюдження поверхневих хвиль (SASW – Spectral Analysis of Surface Waves) [2].

Відповідність фактичних значень модуля пружності щойно укладеного шару з цементного бетону проектним значенням, є необхідною умовою для забезпечення нормативного терміну служби всієї конструкції. На практиці, основним критерієм оцінки фізико-механічних параметрів цементного бетону стала міцність на стиск. Даний параметр контролюється в лабораторних умовах при пробних замісах запроектованої суміші, в основному, на етапі будівництва. Положеннями нормативних документів регламентується співвідношення розрахункового модуля пружності і міцності на стиск в залежності від класу бетону. Цей факт дозволяє використовувати метод спектрального аналізу розповсюдження поверхневих хвиль для контролю якості влаштування цементобетонних шарів неруйнівним способом.

Співробітниками кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг Харківського національного автомобільно-дорожнього університету виготовлено обладнання для реєстрації параметрів розповсюдження поверхневих хвиль Релея, яке складається з комплексу сейсмоприймачів, блоку живлення, аналогово-цифрового перетворювача і персонального комп'ютера (рис. 1).



Рисунок 1 – Устаткування для реєстрації та обробки параметрів розповсюдження поверхневих хвиль Релея

Дане обладнання було використано для контролю якості влаштування узбіч стернової доріжки та перону з цементного бетону в аеропорту м. Харкова. За програмою випробувань, в лабораторних умовах для визначення параметрів набору міцності матеріалу, з цементобетонної суміші було виготовлено стандартні зразки-куби з розміром ребра 150 мм. Міцність на стиск зразків визначалася руйнівним способом (рис. 2).



Рисунок 2 – Визначення міцності бетону на стиск руйнівним методом

Перед визначенням міцності на стиск руйнівним методом визначалася швидкість розповсюдження хвилі стиску (Р-хвилі) з використанням ультразвукового дефектоскопа УКБ-1М шляхом наскрізного прозвучування зразків (рис. 3).

Таким чином, після серії випробувань в різні періоди наростання міцності бетону (3, 7, 14, 28 добу), була побудована тарувальна залежність між швидкістю поширення хвилі стиску і міцністю бетону на стиск. Дана крива була використана в подальших польових випробуваннях. Результати проведення лабораторних випробувань по визначенню фізико-механічних

параметрів цементного бетону та цементобетонної суміші наведені в таблиці 1.



Рисунок 3 – Визначення швидкості розповсюдження хвилі стиску на контрольних зразках-кубах з цементного бетону

Таблиця 1 – Результати проведення лабораторних випробувань по визначенню фізико-механічних показників цементного бетону та склад цементобетонної суміші

Показник	Важкий цементний бетон
Цемент (М 500), кг/м ³	400
Пісок, кг/м ³	580
Щебінь фракцій, кг/м ³ :	} 780
5-10 мм	
10-20 мм	
20-40 мм	560
Вода, кг/м ³	150
Добавки, кг/м ³	
FM-21	2,7
Lp-71	0,5
Середня щільність бетону на 28 добу, кг/м ³	2420
Міцність бетону на стиск на 28 добу, МПа	39,4
Швидкість розповсюдження хвилі стиску, м/с	4471

У польових умовах здійснювався контроль якості будівництва узбіччя стернової доріжки та перону в аеропорту м. Харкова з використанням неруйнівного експрес-методу спектрального аналізу параметрів розповсюдження поверхневих хвиль (рис. 4).

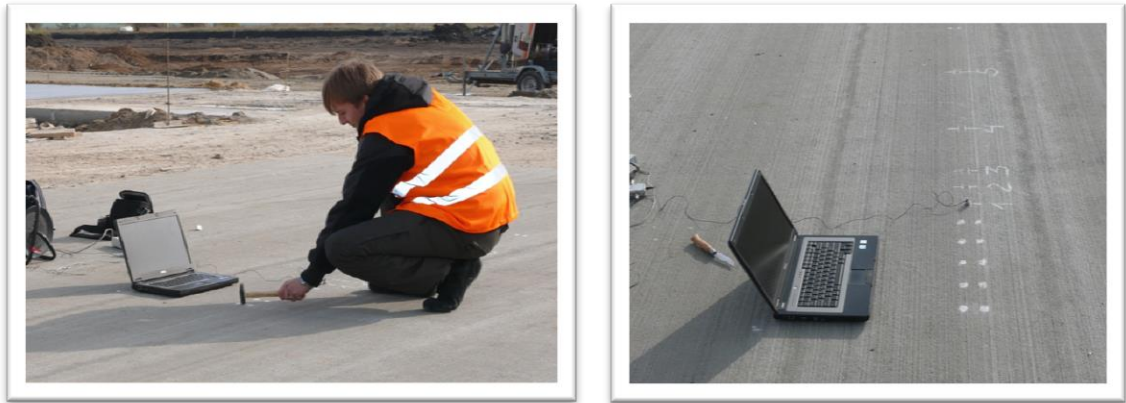


Рисунок 4 – Регистрaция параметров распространения поверхностных волн на обочине рулёжной дорожки

Основне завдання, яке необхідно було вирішити це визначення товщини і міцності матеріалу на стиск цементобетонного шару на підставі отриманих даних за параметрами поширення поверхневих хвиль, використовуючи побудовану раніше в лабораторних умовах тарувального залежність між цими показниками. Дані випробування проводилися спільно із співробітниками лабораторії організації-підрядника публічного акціонерного товариства «СУ № 813». Результати випробувань і розрахунків наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати визначення фізико-механічних параметрів і товщини цементобетонних шарів методом спектрального аналізу поверхневих хвиль

Показники		Місце проведення випробувань	
		Обочина руліжної доріжки	Перон аеродрому
Середнє значення швидкості розповсюдження хвилі Релея, м/с		2501	2497
Середнє значення швидкості розповсюдження хвилі стиску (для коефіцієнта Пуассона 0,2), м/с		4482	4475
Міцність бетону на стиск на 28 добу, МПа	За даними лабораторії (фактична)	39,4	39,4
	Отримана запропонованим методом	41,2	40,6
	Похибка, %	4,6	3,0
Товщина шару, см	За даними лабораторії (фактична)	40	30
	Отримана запропонованим методом	41,2	30,8
	Похибка, %	3,0	2,7

Аналізуючи отримані дані, можна відзначити, що похибка визначення товщини та фізико-механічних параметрів цементобетонних шарів не перевищила 5%, що є досить високим результатом для використання неруйнівних методів непрямих вимірів. Разом з цим, оперативність проведення випробувань без залучення спеціалізованої лабораторії, можливість використання запропонованого методу з недорогим обладнанням, як в лабораторних, так і в польових умовах на різних етапах будівництва та експлуатації аеродромних і дорожніх одягів робить даний метод перспективним серед існуючих методів неруйнівної діагностики.

Література

1. Кіяшко І.В. Особливості використання віброакустичних методів неруйнівного контролю якості дорожнього одягу жорсткого типу. / І.В. Кіяшко, О.Ю. Пархоменко, Д.М. Новаковський. // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. Збірник / Відпов. ред. М.М. Осетрін. – К., КНУБА, 2011. – Вип. 40. У 2 ч. Ч. 1. – С. 445- 453.
2. Кунщиков Б.К. Общий Курс геофизических методов разведки/ Кунщиков Б.К., Кунщикова М.К. – М.: Недра, 1976. – 429 с.
3. Филоненко-Бородич М.М. Теория упругости/ Филоненко-Бородич М.М. – М: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. – 364 с.
4. S. Nazarian, D. Yuan, K. Smith, F. Ansari, C. Gonzalez. Acceptance Criteria of Airfield Concrete Pavement Using Seismic and Maturity Concepts: Appendices. Report IPRF-01-G-002-02-2. Programs Management Office 5420 Old Orchard Road Skokie, IL 60077. May, 2006. – 98 p.
5. ВБН В.2.3-218-008-97. Проектування і будівництво жорстких таз жорсткими прошарками дорожніх одягів. Відомчі будівельні норми України. - К.: 1997р. Видання офіційне.
6. Richart F.E. Jr, Wood R.D., Hall J.R. Jr (1970) “Vibration of soils and foundations”, Prentice-Hall, New Jersey.
7. Foti S. Multistation Methods for Geotechnical Characterization using Surface Waves, PhD Dissertation, Politecnico di Torino. – Italy, 2000. – 229 с.