

УДК 625.8

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ В ОЦІНЦІ  
ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЖОРСТКОГО ПОКРИТТЯ АЕРОДРОМУ**

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ  
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕСТКОГО ПОКРЫТИЯ  
АЭРОДРОМА**

**APPLICATION OF FACTOR ANALYSIS IN ASSESSING THE  
TECHNICAL STATE OF THE HARD AERODROME SURFACE**

**Белятинський А.О., д.т.н., проф.** (Національний авіаційний університет, м. Київ), **Маліков В.В., к.т.н., доц.** (Луцький національний технічний університет), **Боярчук Б.А., к.т.н., доц.** (Луцький національний технічний університет)

**Белятинський А.А., д.т.н., проф.** (Национальный авиационный университет, г. Киев), **Маликов В.В., к.т.н., доц.** (Луцкий национальный технический университет), **Боярчук Б.А., к.т.н., доц.** (Луцкий национальный технический университет)

**Beljatynskij A., doctor of technical sciences, professor** (National Aviation University, Kyiv), **Malikov V., candidate of technical sciences,** (Lutsk National Technical University), **Boyarchuk B., candidate of technical sciences,** (Lutsk National Technical University)

**Наведені результати дослідів та проведена їх статистична обробка, запропоновано використання результатів факторного аналізу для оцінки технічного стану жорсткого покриття.**

**Приведены результаты исследований и проведена их статистическая обработка, предложено использование результатов факторного анализа для оценки технического состояния жесткого покрытия.**

**The results of experiments conducted and their statistical processing is proposed to use the results of factor analysis to evaluate the technical condition of the hard cover.**

В травні 2012 року з метою отримання інформації про стан покриття штучної злітно посадкової смуги (ШЗПС) військового аеродрому в м. Луцьку було проведено дослідження із заміром прогинів плит збірного залізобетонного покриття при дії статичного, ступеневого навантаження.

ШЗПС має параметри 2550 X 44 м та уявляє собою збірне залізобетонне покриття із плит ПАГ – 18 верхній ряд та ПАГ-14 нижній із прошарком цементно-піщаної суміші 5 см, крім того два крайні повздовжні ряди укладені в один ряд плит ПАГ-18.

Згідно із обраною методикою заміри проводилися із використанням жорсткого металевого штапу (металевий диск діаметром - 44,0 см та товщиною 2 см) встановленого в центрі плити покриття, гідравлічного домкрату з мах спроможністю - 500 кН. В якості вантажу використано низько рамний трал ЧМЗАП -5208 та 7 плит ПАГ-14. Заміри прогинів проводилися за допомогою 2 – ох датчиків часового типу (МИГ -1 з ціною поділки 1 мкм), які розташовані на металевій балці ( швелер №12 ) довжиною 2,6 м для забезпечення обпирання за межами плити аеродромного покриття, що підлягає навантаженню рис.1. Для фіксації величини навантажень був використаний еталонний динамометр ДОС -100 із шкалою навантаження 1000кН. Для додаткового контролю за прогинами від дії навантаження був застосований нівелір „Sokia”x21, яким вели зйомку із за меж смуги.



Рис.1.

Всього було проведено заміри на 32-х плитах з кроком 10 плит (60 м) з них 4 плити є плити крайніх рядів смуги. Напрям замірів (нумерація плит) співпадає із рухом ПС (повітряного судна) при заході на посадку, тобто центр плити №1 знаходилась на відстані 27 м від початку смуги на її повздовжній осі. Загальна довжина експериментальної ділянки 1920 м

Проведено попередній аналіз середніх значень прогинів які відображені на рис.2 – синя ламана лінія та апроксимовану поліномом –

червона лінія. При чому плити № 11, 29, 30, 31 (плити ПАГ – 18 в один шар) були поставлені в кінець вибірки де ми бачимо збільшення середніх значень.

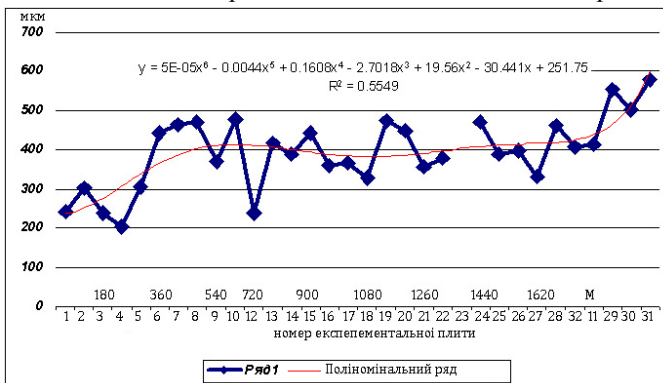


Рис. 2

Для зменшення кількості змінних та визначення структури взаємозв'язків між результатами вишукувань застосуємо факторний аналіз результатів досліджень прогинів плит покриття ШЗПС від дії ступеневого експериментального навантаження.

За результатами обробки даних було виділено один основний фактор впливу на зміну дисперсії вибірки, який пояснює більш 98% відхилень замірів прогинів плит (таблиця 1), вочевидь це - дія експериментально змодельованого навантаження.

Таблиця 1.

КомпONENTA	Початкові власні значення			Суми квадратів навантажень вилучення		
	Всього	% Дисперсії	Кумулятивний %	Всього	% Дисперсії	Кумулятивний %
1	31,445	98,267	98,267	31,445	98,267	98,267
2	,385	1,204	99,471			
3	,097	,303	99,774			
4	,034	,105	99,879			
5	,024	,074	99,953			
6	,015	,047	100,000			
7	,000	,000	100,000			
8	,000	,000	100,000			
9	,000	,000	100,000			
10	,000	,000	100,000			
30	,000	,000	100,000			

31	,000	,000	100,000			
32	,000	,000	100,000			

Пропущені рядки 11...29 аналогічні результатам початкових та кінцевих значень. Були отримані коефіцієнти кореляції прогинів кожної із експериментальних плит від дії ступеневого навантаження, як дії основного фактору ґрунтуючись на результатах застосування методу виділення головних компонент (таблиця 2). Щільність зв'язку достатньо потужна, однак є зміни коефіцієнта кореляції за довжиною смуги. Для виявлення характеру змін за допомогою програми MS Excel було побудовано графік, який відображає розподіл коефіцієнту кореляції по довжині ЗШПС (синя ламана), яка була апроксимована із кривою поліноміального ряду шостого ступеню (червона крива) рис 3.

Таблиця 2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	Плити ПАГ-18 в один шар			
,997	,996	,997	,994	,991	,999	1,000	,997	,995	,999	,992	,992	,991	,993				
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	32	11	29	30	31
,999	,998	,999	,999	,998	1,000	,999	,975	,995	,996	,997	,993	,989	,996	,998	,965	,985	,904

Результати прогинів крайніх рядів плит були перенесені в кінець таблиці 2, на графіку (синя ламана) відображено зменшення коефіцієнту кореляції плити № 11, 29, 30, 31. Ми бачимо падіння щільності зв'язку між впливом навантаження та прогинів плит на кінцевих ділянках смуги там де плити ПАГ – 18 вкладені в один шар. Плита № 23 виключена із вибірки у зв'язку із мінімальним значенням значень, як для плит в два шари.

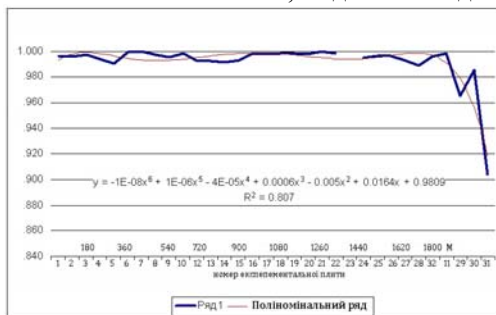


Рис 3.

Для вирішення питання характеру зміни зв'язку між дією експериментального навантаження та прогину плит смуги за її довжиною без

врахування плит крайніх рядів, було побудовано ламану (синя ламана), що відображає залежність коефіцієнту кореляції по довжині смуги та апроксимованої за аналогією із рис. 3 (червона крива).

Крива апроксимації має виражений характер, що нашоує на думку про нерівномірність відгуку прогинів прикладеним експериментальним навантаженням в напрямку приземлення повітряних суден (ПС) рис 4.

Питання зменшення величини коефіцієнта кореляції спробуємо інтерпретувати, як зменшення несучої здатності плит покриття ЗШПС. Обґрунтування даного затвердження може базуватися на співставленні розподілу кількості плит бетонного покриття, що мають пошкодження, по довжині ЗШПС (зелена крива за даними А.В. Михайлова) [1] із кривою апроксимації (червона лінія) за отриманими даними.

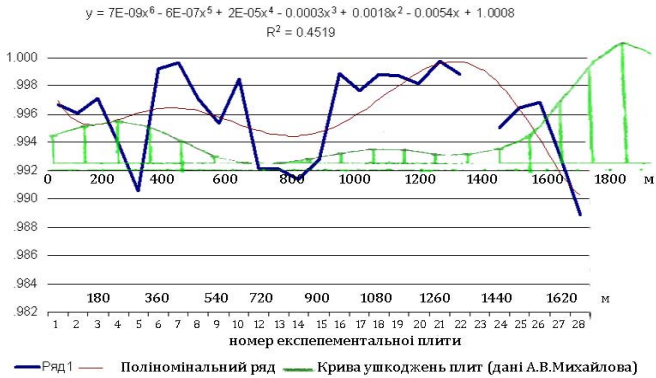


Рис. 4.

Отже застосування методів факторного аналізу може дати змогу виділити зони із зменшенням несучої здатності покриття на ділянках смуги до 300 м з початку смуги, на ділянці 600....1100 м та з 1500 м до завершення експериментальної ділянки для даної ЗШПС. Остаточне рішення питання стану покриття злітно-посадкової смуги може бути сформульовано при додаткових дослідженнях покриття смуги у вказаних зонах, виходячи із вище висунутої гіпотези.

3. Изыскания и проектирование аэродромов : Учеб. для вузов / Г.И. Глушков, В.Ф. Бабков, В.Е.Тригопи и др.; Под ред. Г.И Глушкова . 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Транспорт, 1992. – 432 с.
4. Кульчицкий В.А., Макагонов В.А., Васильев Н.Б., Чеков А.Н., Романков Н.И. Аэродромные покрытия. Современный взгляд. – М.: Физико-математическая литература, 2002. – 528 с. – ISBN 5-9221-0215-X.