

ОСОБЛИВОСТІ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ДОРОЖНІХ БЕТОННИХ ПОКРИТТІВ НА РІЗНИХ ОСНОВАХ

Ó Думич І.Ю., Сало В.Ю., Балаян Н.О., 2008

Наведені результати випробувань моделей бетонних покриттів на різних основах на витривалість повторними вібродинамічними навантаженнями. Встановлено, що відношення динамічних прогинів основи і покриття і зміна цього відношення в процесі повторних навантажень є важливим показником витривалості бетонних покриттів.

This article shows enduving tests results of concrete coverage models on different bases with repeated vibrodynamical loads. It is determined that a ratio between dynamical bendings of base and coverage and a change of this ratio is concrete coverages endurance.

Вступ. Під дією рухомих навантажень бетонні покриття беруть участь у складному коливальному процесі. Такому самому процесі задіяні і укріплені цементом основи і ґрунтовий приконтатний шар, тільки амплітуда коливань всіх трьох елементів різна. Для дослідження цих процесів була сконструйована віброустановка із зусиллям на два штампи до 3,5 кН. Моделі бетонних плит мали розміри в плані 1×2 м і товщину 5, 7 і 9 см, а основи були ґрунтові і цементоґрунтові завтовшки 5 і 10 см. У процесі випробувань фіксувались амплітуди коливань покриття і основ за допомогою вібродатчиків і осцилографа. Особлива увага приділялась замірам амплітуд коливань в середній найбільш напруженій третині плити від початку випробувань до появи тріщини і руйнування плити.

Постановка проблеми. Як відомо, в основу розрахунку бетонних покриттів на пружній основі покладений класичний принцип технічної теорії пружності, тобто принцип нерозривності деформацій. Цей принцип означає, що в місцях контакту покриття та основи пружні деформації, наприклад, прогини повинні бути однакові. Випробування покриття вібродинамічним навантаженням показали, що всі три шари дорожньої конструкції – плита покриття, плита цементоґрунтової основи і приконтатний ґрунтовий шар – коливались з різними амплітудами.

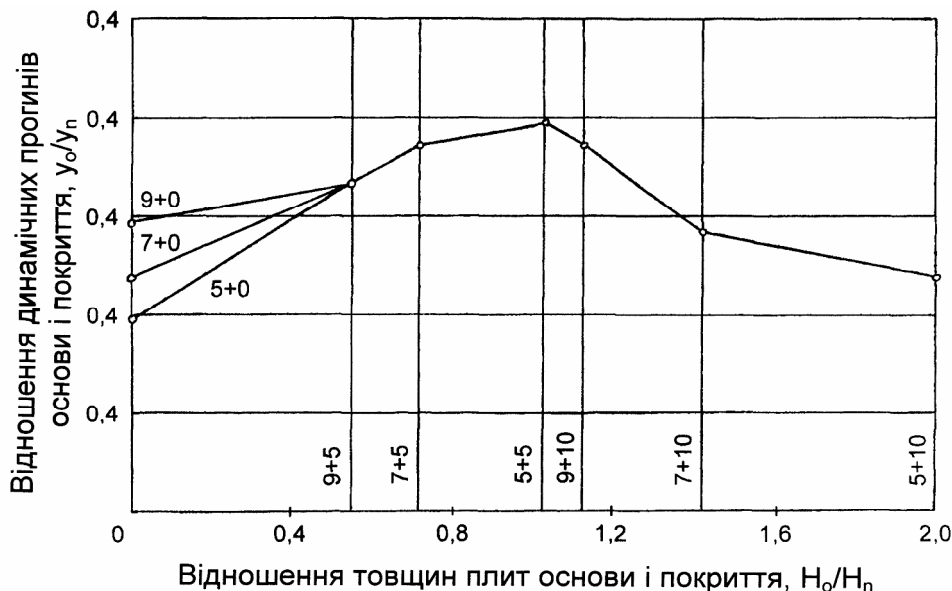
Як зазначає проф. Г.І. Глушков*, існують дві принципіальні відмінні закономірності взаємодії плити покриття і основи. У першому випадку із збільшенням кількості проходів автомобілів залишкові деформації на покритті та основі зростають незначно і надалі дорожній одяг працює в пружній стадії. Подібна закономірність деформування покриття та основи спостерігається при величині нормальних питомих тисків на ґрунт не більше $(0,2-0,25) g_{гр.}$, де $g_{гр.}$ – граничний тиск, що викликає в ґрунті стан граничної рівноваги. У другому випадку, коли тиск на ґрунт більше $(0,2-0,25) g_{гр.}$ при дії рухомих повторних навантажень залишкові осадки основи інтенсивно зростають, що приводить до утворення щілини між покриттям і основою і виникнення додаткового згинального моменту.

Результати досліджень. Різниця між амплітудами коливань покриття та основи u_p-u_o є не що інше, як залишкова деформація, що значно впливає на зниження витривалості покриття. Чим менша ця різниця, тобто чим вище відношення динамічного прогину (амплітуди) основи до динамічного прогину покриття u_o/u_p , тим вища витривалість і довговічність дорожнього одягу.

Практично для всіх типів покриттів відношення динамічних прогинів основи і покриття u_o/u_p менше одиниці навіть при перших циклах навантажень. Величина цього відношення для покриттів

* Глушков Г.И. Повышение долговечности цементобетонных покрытий // Автомобильные дороги. – 1981. – № 9. – С. 23–25.

на ґрунтових, щебневих і бітумоґрунтових основах становить 0,40–0,55, а для покриттів на цементоґрунтових основах залежить від товщини плит покриття та основи, але у всіх випадках вище, ніж для неукріплених основ. У другому випадку це відношення вище для тих типів покриттів, в яких товщини плит покриття та основи приблизно однакові або відрізняються незначно ($y_o/y_n=0,80-0,90$), і нижче для тих конструкцій, в яких основа більша або менша в 1,7–2,0 рази від покриття ($y_o/y_n=0,6-0,75$). Графічно ці результати показані на рисунку.



Залежність відношення динамічних прогинів основи та покриття від співвідношення їх товщин

Найбільша величина цього відношення (найменша залишкова деформація) характерна для покриттів, влаштованих способом об'єднаної плити за відсутності будь-яких прошарків між плитами покриття та основи. В цьому випадку y_o/y_n наближається до одиниці. Найменша величина відношення y_o/y_n характерна для покриттів з прошарком з нежорсткого матеріалу між плитами покриття і цементоґрунтової основи, що дорівнює $(0,2-0,3)H$, де H – товщина плити покриття. Такі тришарові конструкції динамічно нестійкі, величина відношення y_o/y_n для них дорівнює 0,25–0,35.

Як показали випробування, величина відношення прогинів основи і покриття y_o/y_n є прямим показником витривалості дорожніх бетонних покриттів. Із збільшенням кількості циклів повторних навантажень величина цього відношення для покриттів на ґрунтових і бітумоґрунтових основах, а також для покриттів з різного роду вирівнювальними нежорсткими прошарками неперервно знижується. Зниження це проходить, головним чином, за рахунок росту динамічних прогинів плити покриття в найбільш напружених точках, тоді як прогини основи зростають мало. Спостерігається деякий відрив плити покриття від основи, яка із збільшенням кількості циклів повторних навантажень все більше виключається з роботи.

Для покриттів на цементоґрунтових основах зміна величини y_o/y_n із збільшенням кількості циклів повторних навантажень залежить від відношення товщин плит основи і покриття. Більшу витривалість при однакових рівнях напружень мають ті покриття, в яких відношення товщин плит основи і покриття наближається до одиниці. У таких конструкціях плити покриття та основи приблизно рівнонапружені, і із збільшенням кількості циклів навантажень величина відношення y_o/y_n стабілізується, тобто цементоґрунтова основа і приконтатний ґрунтовий шар працюють у пружній стадії навіть після появи тріщин.

За значного відхилення товщини плити покриття від товщини плити цементоґрунтової основи (збільшення чи зменшення) бік відбувається відповідно перенапруження покриття або основи, порушується сумісна робота обох плит. Такі покриття мають меншу витривалість, ніж конструкції, в яких покриття і основа рівнонапружені і більшу витривалість, ніж покриття на

неукріплених основах. Із збільшенням кількості циклів навантажень величина відношення u_0/u_n у початковій стадії змінюється мало, але з появою тріщин починає різко знижуватись.

Під час випробувань різних типів покриттів на витривалість вібродинамічним навантаженням фіксувалась загальна довжина і середня товщина тріщин в покритті після прикладання 2×10^6 циклів навантажень, визначалась швидкість розкриття тріщин. Ці дані наведені в таблиці.

Результати випробування моделей бетонних покриттів на різних основах на витривалість

№ з/п	Тип покриття	Навантаження на два штампи, кН	Загальна довжина тріщин, см	Швидкість розкриття тріщин, см/год	Середня товщина тріщин
1	5+0	23	212	60	1,5
2	5+0	15	85	25	0,4
3	7+0	23	105	20	0,9
4	7+0	35	123	82	1,3
5	9+0	23	18	1,5	0,12
6	9+0	35	38	3,0	0,15
7	5+5	23	612,9	2,9	0,10
8	5+5	35	86	4,0	0,13
9	7+5	23	10	1,6	0,03
10	7+5	35	55	2,5	0,08
11	9+5	23	5	0,2	0,01
12	9+5	35	18	1,0	0,05
13	5+10	23	48	3,5	0,12
14	5+10	35	70	4,8	0,15
15	7+10	23	15	2,5	0,05
16	7+10	35	20	3,4	0,07
17	9+10	35	0	0	0

Примітка. В графі 2 перша цифра означає товщину плити бетонного покриття, друга – товщину плити цементогрунтової основи у см.

Висновки. Випробування моделей бетонних покриттів на різних основах на витривалість вібродинамічним навантаженням показали, що напружено-деформований стан покриття суттєво залежить від типу основи. Найбільш напружені, а тому найменш витривалі є покриття на неукріплених основах (грунтових, бітумогрунтових і щебених). Витривалість покриттів на цементогрунтових основах залежить від співвідношення товщин плит основи і покриття. Найбільшу витривалість мають покриття на цементогрунтових основах, якщо відношення товщин плит основи і покриття близьке до одиниці і товщина нежорсткого прошарку мінімальна або дорівнює нулю.