

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 624.21.09.012.35-043.76

К. І. СОЛДАТОВ¹, М. К. ЖУРБЕНКО², В. А. МИРОШНИК^{3*}

¹ Кафедра «Мости», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка

В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 096 527 26 01, ел. пошта kim-kim@i.ua

² ГНДЛ штучних споруд, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка

В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 067 122 71 63

^{3*} ГНДЛ штучних споруд, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка

В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 097 828 64 87,

ел. пошта miroshnik_vetal@mail.ru, ORCID 0000-0002-8115-0128

ВИЗНАЧЕННЯ КЛАСУ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПРОГОНОВОЇ БУДОВИ ЗАЛІЗНИЧНОГО МОСТА ЗА ЧАСТОТОЮ (ПЕРІОДУ) ВЛАСНИХ КОЛИВАНЬ

Мета. Метою даної роботи є розробка методики визначення вантажопідйомності залізобетонних прогонових будов під залізничну колію, за результатами статичних або динамічних випробувань прогонових будов. **Методика.** Для прогонової будови, що підлягає класифікації, проводиться обстеження, та виконуються вимірювання прогинів та власної частоти при проході рухомого складу, з застосуванням простих вимірювальних приладів (прогиномір, віброграф). Отримання даних по прогину та частоті не є складним але дає реальну картину стану прогонової будови враховуючи і скриті дефекти, що дуже суттєво. **Результати.** На підставі великої кількості випробувань, по даному типу прогонових будов, для розрахунку взяті дві прогонові будови по яких є результати, як по прогину так і по частоті. Виконано розрахунки по запропонованій методиці (по частоті власних коливань і по прогину) та по загальній методиці [3]. Отримані результати свідчать про те, що запропонована методика дає результати, які значно відрізняються від отриманих по загальній методиці (до 40 %). Це той відсоток, який є запасом міцності прогонової будови. **Наукова новизна.** Спираючись на літературні джерела, робота у даному напрямку є новою і у подальшому пропонується впровадити дану методику для загального користування, шляхом розробки доповнення до існуючих настанов [3]. **Практична значимість.** Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що застосування даної методики на всіх залізницях України при класифікації залізобетонних прогонових будов, дасть змогу тільки за рахунок перерахунку підвищити реальну несучу здатність прогонових будов на 30..40 %, тобто переведе значну кількість прогонових будов з незадовільного стану в задовільний, а з задовільного в добрий.

Ключові слова: вантажопідйомність; частота власних коливань; прогонова будова; прогин

Вступ

У публікації [1] наведена методика визначення класу прогонової будови взагалі, а в [3] залізобетонної під залізничну колію зокрема, по отриманому при статичних випробуваннях прогину в середині прольоту.

Мета

Метою даної роботи є розробка методики визначення вантажопідйомності залізобетонних прогонових будов під залізничну колію, за результатами статичних або динамічних випробувань прогонових будов.

Методика

Для прогонової будови, що підлягає класифікації, проводиться обстеження, та виконуються вимірювання прогинів та власної частоти при проході рухомого складу, з застосуванням простих вимірювальних приладів (прогиномір, віброграф). Отримання даних по прогину та частоті не є складним але дає реальну картину стану прогонової будови враховуючи і скриті дефекти, що дуже суттєво.

На підставі великої кількості випробувань, по даному типу прогонових будов, для розрахунку взяті дві прогонові будови по яких є результати, як по прогину так і по частоті. Виконано

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

нано розрахунки по запропонованій методиці (по частоті власних коливань і по прогину) та по загальній методиці [3].

Результати

Отримані результати порівняльного розрахунку дають підстави впровадження даної методики в практику розрахунків.

Якщо тепер звернутись до формул, за якими обчислюється прогин прогонової будови від статичного рівномірно-розподіленого навантаження та частота вільних коливань, то можна усвідомити, що саме ці два вирази дають повну інформацію про прогонову будову, оскільки обидві враховують лінійні параметри (довжину прогону та момент інерції), міцнісні (модуль пружності бетону) і вагові (погона маса прогонової будови).

Запишемо ці два вирази

$$f_{\text{вун.}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q l^4}{EI}; \quad \gamma = \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{EI}{\mu \cdot l^4}} \quad (1)$$

Враховуючи, що при випробуваннях прогонових будов мостів у якості збуджуючої сили використовують рухомий склад, який обертається по прогоновій будові, то власні коливання отримуємо по так званих «хвостах» записів осцилограм. Тобто в цей момент на прогоновій будові додаткове навантаження відсутнє (коливається тільки балка).

Можна стверджувати, що жорсткості для однієї і тієї ж прогонової будови в обох формулах це одна і та ж величина і їх можна прирівняти

$$EI = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{\text{вун.}} \cdot l^4}{f_{\text{вун.}}} \quad \text{та} \quad EI = \frac{4\gamma^2 \cdot \mu \cdot l^4}{\pi^2};$$

$$\frac{5}{384} \cdot \frac{q_{\text{вун.}}}{f_{\text{вун.}}} = \frac{4\gamma^2 \cdot \mu}{\pi^2} = \frac{4\gamma^2 \cdot q_{n.б.}}{\pi^2 \cdot g} \quad (2)$$

але тільки в тому випадку якщо ми перерахуємо прогини з випробувального рівномірно-розподіленого навантаження ($q_{\text{вун.}}$) на ідентичне навантаження, яке дорівнює по своїй інтенсивності погонному навантаженню від власної ваги балки з баластом та частинами верхньої будови колії ($q_{n.б.}$).

У цьому випадку ми також використовуємо прогин від випробувального навантаження, але

приводимо його до іншої інтенсивності. Цей прогин позначимо $f_{\text{вун.}}^!$ і тоді маємо таке співвідношення

$$f_{\text{вун.}}^! = f_{\text{вун.}} \cdot \frac{q_{n.б.}}{q_{\text{вун.}}} \quad (3)$$

і вираз (2) буде мати такий остаточний вигляд (4)

$$\gamma^2 \cdot f_{\text{вун.}} \cdot \frac{q_{n.б.}}{q_{\text{вун.}}} = \frac{5 \cdot \pi^2 \cdot g}{4 \cdot 384} = 0,31506, \quad \text{або}$$

$$\gamma^2 \cdot f_{\text{вун.}}^! = \frac{5 \cdot \pi^2 \cdot g}{4 \cdot 384} \cdot \frac{q_{\text{вун.}}}{q_{n.б.}} = 0,31506 \cdot \frac{q_{\text{вун.}}}{q_{n.б.}} \quad (4)$$

Далі можна записати

$$\gamma^2 \cdot f_{\text{вун.}} \cdot \frac{q_{n.б.}}{q_{\text{вун.}}} = 0,31506 \quad (5)$$

Права частина рівняння – це число (постійна) і це дає нам змогу з виразів (2) отримати жорсткість прогонової будови і далі скористатись методикою, яка наведена у [1], [3].

В свою чергу отримане співвідношення дає змогу, маючи статичний прогин при випробуваннях, отримати власну частоту даної прогонової будови, або маючи частоту отримати прогин.

Перевіримо дане співвідношення на прикладі двох прогонових будов по яких є експериментальні дані як по частоті вільних коливань так і по прогину. Дані по прогонових будовах та результатах випробувань наведені у табл. 1.

Незначну розбіжність у 2 % даних по $\gamma^2 \cdot f_{\text{вун.}} \cdot \frac{q_{n.б.}}{q_{\text{вун.}}}$ для двох прогонових будов лег-

ко можна пояснити тим, що товщина баласту взята не за результатами обстеження та вимірювання, а як нормативна (50 см). Що стосується жорсткості, то розрахунки за прогином та частотою практично ідентичні (різниця у межах 5 %), але вони значно відрізняються від теоретичних (22,6 %).

У тому випадку, якщо нам відома частота власних коливань прогонової будови, то скористаємось виразом (5) для отримання жорсткості прогонової будови

$$EI_{\text{red}} = \frac{4\gamma^2 \cdot \mu \cdot l^4}{\pi^2} = \frac{4\gamma^2 \cdot q_{n.б.} \cdot l^4}{\pi^2 \cdot g} \quad (6)$$

Дані по прогонових будовах

№№	Параметр	Позначення	Прогонова будова	
			I	II
1	2	3	4	5
1	Повна довжина прогонової будови, м	l	34,20	34,20
2	Розрахункова довжина прогонової будови, м	l_p	33,50	33,50
3	Погона вага прогонової будови з баластом та колією, кН/м	$q_{н.б.}$	57,78	57,78
4	Інтенсивність випробувального навантаження, кН/м	$q_{вип.}$	61,48	57,13
5	Випробувальне навантаження	(тип)	ВЛ-8	ВЛ-8
6	Прогин прогонової будови за результатами статичних випробувань, мм	$f_{вип.}$	15,14;14,98; 15,06	13,32;13,35; 13,33
7	Середня величина прогину за результатами трьох вимірювань, мм	$f_{вип.}$	15,06	13,33
8	Частота власних коливань за результатами динамічних випробувань, Гц	ν	4,286	4,348
9	Жорсткість прогонової будови за результатами експериментально визначеного прогину, кНм ² (10 ⁶)	$EI_{red(пр.)}$	52,93	49,19
10	Жорсткість прогонової будови за результатами експериментально визначеної частоти, кНм ² (10 ⁶)	$EI_{red(час.)}$	50,33	51,79
11	Величина прогину прогонової будови приведена до інтенсивності $q_{н.б.}$	$f_{вип.}^1$	14,17	13,48
12	Параметр за результатами випробувань частоти та прогину, м/с ²	$\gamma^2 \cdot f_{вип.} \cdot \frac{q_{н.б.}}{q_{вип.}}$	0,2599	0,2548
13	Модуль пружності, кгс/см ²	E_{σ}	352000	352000
14	Приведений момент інерції, м ⁴	I_{red}	1,12	1,248
15	Жорсткість прогонової будови за результатами теоретичних розрахунків, кНм ² (10 ⁶)	$EI_{red()теор.}$	39,42	43,93

Дана різниця може бути обґрунтована наступним чином. При динамічних випробуваннях після сходу тимчасового навантаження коливається тільки прогонова будова погонна маса якої на 40 % складається з баласту та мостового полотна з частинами колії. Якщо вага прогонової будови відома (1176 кН), то помилка при врахуванні товщини баласту на прогоновій будові по висоті на один сантиметр дає похибку у погон-

ному навантаженні від баласту 2 %. Додаткові помилки тут можуть бути за рахунок багатьох факторів: при врахуванні втрат попереднього напруження (виконується за емпіричними формулами), клас бетону та його модуль пружності приймається не реальний (за таблицями) і т.п. В свою чергу випробування з виміром реального прогину або частоти фіксованим навантаженням, дає реальну жорсткість з врахуванням ре-

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

льних втрат попереднього напруження, класу бетону і всього іншого.

У табл. 2 наведено розрахунки даних прогнозових будов за загальною методикою, за експериментально отриманим прогином та частотою

власних коливань. Розрахунок ведемо на міцність за згинальним моментом. Схема армування та схема приведенного перерізу даної прогнозової будови наведені на рис. 1.

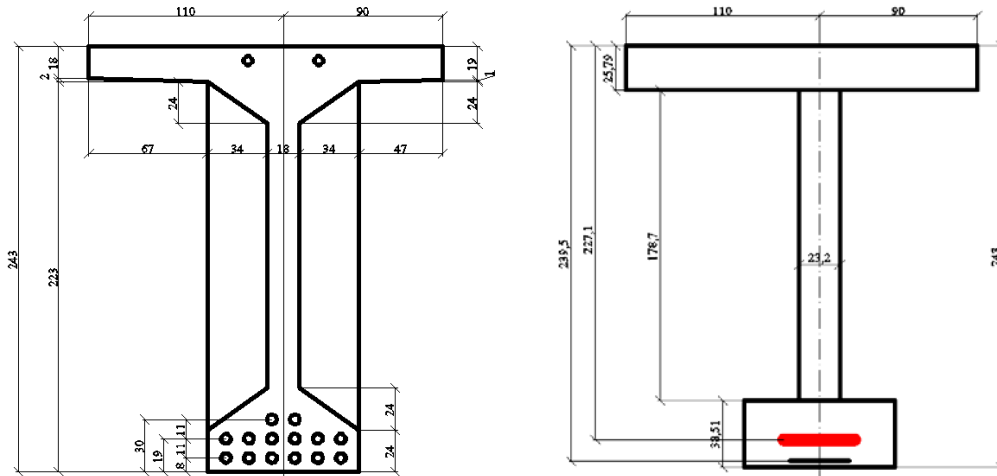


Рис. 1. Схема армування та схема приведенного перерізу попередньо напруженої прогонової будови розрахунковою довжиною 33,50 м

Таблиця 2

Параметри прогонових будов

№№	Вихідні параметри або такі, що визначаються розрахунком	Позначення	Розрахункові величини		
			Загальна методика	За експериментальним прогином	За частотою власних коливань
1	2	3	4	5	6
1	Повна довжина прогонової будови, м	l	34,20	34,20	34,20
2	Розрахункова довжина прогонової будови, м	l_p	33,50	33,50	33,50
3	Інтенсивність постійного навантаження від ваги прогонової будови, кН/м	$q_{п.б.}$	57,78	57,78	57,78
4	Інтенсивність випробувального навантаження, кН/м	$q_{вип.}$	-	61,48	-
5	Випробувальне навантаження	(min)	ВЛ-8	ВЛ-8	ВЛ-8
7	Середня величина прогину за результатами трьох вимірювань, мм	$f_{вип.}$	-	14,30	-
8	Частота власних коливань за результатами динамічних випробувань, Гц	ν	-	-	4,348
9	Жорсткість прогонової будови за результатами експериментально визначеного прогину, кНм ² (10 ⁶)	$EI_{red(пр.)}$	-	52,93	-
10	Жорсткість прогонової будови за результатами експериментально визначеної частоти, кНм ² (10 ⁶)	$EI_{red(час.)}$	-	-	50,33

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5	6
11	Жорсткість прогонової будови за результатами розрахунків, $\kappa\text{Нм}^2 (10^6)$	$EI_{red(meop.)}$	36,18	-	-
12	Втрати від релаксації, МПа : в нижній арматурі в верхній арматурі	σ_1		89,4 64,8	
13	Втрати від температурного перепаду при натягу на упори, МПа	σ_2		81,25	
14	Втрати за рахунок деформації анкерних пристроїв, МПа	σ_3		20,0	
15	Втрати від тертя арматури, МПа	σ_4		відсутні	
16	Втрати від деформації сталевих форм, МПа	σ_5		30,0	
17	Сумарні втрати від швидкоплинної повзучості, МПа : нижня арматура верхня арматура	$\sum_1^5 \sigma$ σ_{p_1}		220,65 196,05	
18	Зусилля в напруженій арматурі, $\kappa\text{Н}$: нижній верхній	N_p		6771,0 884,35	
19	Згинальний момент від власної ваги блока прогонової будови, $\kappa\text{Нм}$	M_g		5204,4	
20	Напруження в бетоні на рівні центру ваги, МПа : - нижньої арматури - верхньої арматури	σ_6 σ_6'	21,2 8,80		
21	Втрати від усадки бетону, МПа	σ_7	35		
22	Фактична міцність бетону за результатами випробувань, МПа		40,0	48,7	48,7
23	Приведений момент інерції: м^4		1,08	1,503	1,397
24	Положення центру ваги приведенного перерізу, см		138,5	82,1	90,1
25	Втрати напружень від повзучості бетону, МПа : - нижньої арматури - верхньої арматури		241,85 204,85		
26	Сумарні витрати напружень, МПа : - нижньої арматури - верхньої арматури		341,9 267,9		
27	Висота стислої зони бетону, см		24,2		
28	Клас прогонової будови		6,1	8,92	8,48

В даному випадку ми приходимо до того ж самого висновку, що і при обчисленні класу прогонової будови за результатами експериме-

нтально отриманого прогину. Реальний клас прогонової будови на 39...46 % більше ніж отриманий теоретично за результатами класи-

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

фікації. Не складно зробити висновок за рахунок чого це відбувається.

Висновки

По-перше, як частота так і прогин прогонової будови обчислюються за формулами, які враховують всі основні параметри, що характеризують прогонову будову при теоретичних розрахунках: реальні навантаження як від власної ваги так і від тимчасового навантаження, довжину прогонової будови і його жорсткість. Але самі ці величини тільки частково можуть бути достовірними (довжина, навантаження), а основна – жорсткість обчислюється тільки теоретично.

Врахування втрат попереднього напруження, яке виконується за емпіричними формулами дає дуже значні розбіжності, а саме вони значно впливають на обчислення приведенного моменту інерції прогонової будови.

Клас бетону при класифікації як правило приймається за даними таблиць, а отриманий за результатами неруйнівного контролю (любим методом) може давати похибку до 15%.

При обчисленні постійного навантаження неточність виникає при врахуванні навантаження від баласту.

Додатковими чинниками можливих неточностей можуть бути: тріщини, наявність вилуговування, корозія арматури і т.п.

В свою чергу випробування фіксованим навантаженням з виміром реального прогину або частоти дає реальну жорсткість з врахуванням реальних втрат попереднього напруження, класу бетону і всього іншого. У зв'язку з цим пропонується в подальшому перейти на класифікацію прогонових будов за методикою, яка базується на отриманих достовірних параметрах – прогині та власній частоті. Це дасть змогу мати достовірну картину стану прогонових будов на всій мережі залізниць України. Тим більш, що за результатами наведених розрахунків реальний клас прогонових будов у середньому на 40% вище. Тобто значна кількість прогонових будов за станом перейде в іншу категорію.

Вочевидь теж саме необхідно робити і з класифікацією металевих прогонових будов і в першу чергу тому, що виявити достовірно ступінь корозії, послаблення у стиках, болтових з'єднаннях дуже складно. В той час як отриманий за результатами випробувань прогин або частота власних коливань дадуть реальну картину стану прогонової будови.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення [Текст]. – На заміну СНиП 2.03.01-84* ; надано чинності 2011-06-01. – Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
2. Солдатов, К. І. Визначення класів залізничних залізобетонних прогонових будов мостів за величиною пружних прогинів [Текст] / К. І. Солдатов, М. К. Журбенко, С. В. Ключник, В. А. Мірошник // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика : зб. наук. праць Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2012. – Вип. 3. – С. 187-193.
3. Борщов, В. І. Мости і труби [Текст]. В 2 т. Т. 2 : Залізобетонні мости. Ч. 1 / В. І. Борщов, О. Л. Загора – Дніпропетровськ : Вид-во ДНУЗТ, 2012. – 434 с.
4. Борщов, В. І. Мости і труби [Текст]. В 2 т. Т. 2 : Залізобетонні мости. Ч. 2 / В. І. Борщов, О. Л. Загора – Дніпропетровськ : Вид-во ДНУЗТ, 2012. – 393 с.
5. Пшінько, О. М. Настанови із ремонту бетонних і залізобетонних конструкцій мостів і труб, що експлуатуються [Текст] / О. М. Пшінько і ін. – Київ : Вид-во ТОВ «Швидкий Рух», 2006. – 280 с.
6. Солдатов, К. І. Порівняльний розрахунок класу залізничної залізобетонної прогонової будови моста [Текст] / К. І. Солдатов, М. К. Журбенко, С. В. Ключник, А. В. Гармаш // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика : зб. наук. праць Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2012. – Вип. 3. – С. 194-198.
7. Правила визначення вантажопідйомності балкових залізобетонних прогонових залізничних мостів [Текст] / В. І. Борщов, М. М. Попович, К. І. Солдатов, В. П. Тарасенко і ін. – Дніпропетровськ : Вид-во ДНУЗТ, 2003. – 404 с.
8. ДБН В.2.3-14:2006. Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування [Текст]. – Надано чинності 2007-02-01. – Київ : Мін. буд., архіт. та житл.-комун. госп-ва, 2006. – 359 с.
9. Соломка, В. І. Хімічна та біологічна корозія бетону і її наслідки для залізобетонних конструкцій мостів. [Текст] / В. І. Соломка // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика : зб. наук. праць Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2013. – Вип. 4. – С. 107-112.
10. Шульман, З. А. Испытания и мониторинг инженерных сооружений [Текст] / З. А. Шульман, И. З. Шульман. – Днепропетровск : «Лира», 2013. – 536 с.

К. И. СОЛДАТОВ¹, М. К. ЖУРБЕНКО², В. А. МИРОШНИК^{3*}¹ Кафедра «Мосты», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 096 527 26 01, эл. почта kim-kim@i.ua² ОНИЛ искусственных сооружений, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 067 122 71 63^{3*} ОНИЛ искусственных сооружений, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 097 828 64 87, эл. почта miroshnik_vetal@mail.ru, ORCID 0000-0002-8115-0128

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО МОСТА ПО ЧАСТОТЕ (ПЕРИОДУ) СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ

Цель. Целью данной работы является разработка методики определения грузоподъемности железобетонных пролетных строений под железнодорожную колею, по результатам статических или динамических испытаний пролетных строений. **Методика.** Для пролетного строения, подлежащего классификации, проводится обследование, и выполняются измерения прогибов и собственной частоты при проходе подвижного состава с применением простых измерительных приборов (прогибомера, вибрографа). Получение данных по прогибу и частоте не является сложным, но дает реальную картину состояния пролетного строения, учитывая и скрытые дефекты, что очень существенно. **Результаты.** На основании большого количества испытаний, по данному типу пролетных строений, для расчета взяты два пролетных строения, по которым есть результаты, как по прогибам, так и по частоте. Выполнены расчеты по предложенной методике (по частоте собственных колебаний и по прогибу) и по общей методике [3]. Полученные результаты свидетельствуют о том, что предлагаемая методика дает результаты, которые значительно отличаются от полученных по общей методике (до 40%). Это тот процент, который является запасом прочности пролетного строения. **Научная новизна.** Опираясь на литературные источники, работа в данном направлении является новой и в дальнейшем предлагается внедрить данную методику для общего пользования, путем разработки дополнения к существующим руководствам [3]. **Практическая значимость.** Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что применение данной методики на всех железных дорогах Украины при классификации железобетонных пролетных строений позволит только за счет пересчета повысить реальную несущую способность пролетных строений на 30...40%, то есть переведет значительное количество пролетных строений из неудовлетворительного состояния в удовлетворительном, а с удовлетворительного в хорошее.

Ключевые слова: грузоподъемность; частота собственных колебаний; пролетное строение; прогиб

KIM SOLDATOV¹, MIHAIL GURBENKO², VITALIY MIROSHNIK^{3*}¹ Bridges Department, Dnipropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan, 2, Lazaryana Str., Dnepropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 096 527 26 01, e-mail kim-kim@i.ua² Industrial research laboratory of artificial structures, Dnipropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan, 2, Lazaryana Str., Dnepropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 067 122 71 63^{3*} Industrial research laboratory of artificial structures, Dnipropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan, 2, Lazaryana Str., Dnepropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 097 828 64 87, e-mail miroshnik_vetal@mail.ru, ORCID 0000-0002-8115-0128

THE CLASS DEFINITION FOR RAILROAD REINFORCED CONCRETE BRIDGE SPAN BY ITS FREQUENCY (PERIOD) OF CHARACTERISTIC OSCILLATIONS

Purpose. The purpose of this study is to develop a methodology for determining the bearing capacity of reinforced concrete spans for the railway by the results of static or dynamic tests of the spans. **Methodology.** For the span that should be classified, the survey is being conducted and the measurements of deflections and natural frequency are performed under passing vehicles, using simple measuring devices (flexometer, vibrograph). Received deflection and frequency data is not complicated but it gives a real picture of the given span condition taking into account hidden defects that is very essential. **Findings.** Based on the large number of tests for this type of

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

spans, two beams for which there are results for both deflection and frequency are taken for the calculations. Calculations were performed with the given method (by frequency of natural oscillations and deflection) and with the general method [3]. The results indicate that the proposed method yields results that are significantly different from those obtained with the general method (up to 40%). This is the percentage that constitutes the safety factor of the span. **Originality.** Based on the literary sources, the work in this direction is novel and it's proposed to implement this method for general use by developing updates for existing guidelines [3]. **Practical value.** Analysis of the received results indicates that the application of this method for all the railways of Ukraine will enable by the recalculation only to increase actual bearing capacity of spans by 30...40% while classification of reinforced concrete spans, this it will shift a significant number of spans from the unsatisfactory condition to satisfactory one and from satisfactory to the good one.

Keywords: bearing capacity; natural vibration frequency; span; deflection

REFERENCES

1. *DBN B.2.6-98:2009. Konstruktsii budynkiv i sporud. Betonni ta zalizobetonni konstruktsii. Osnovni polozhennia* [State Standard B.2.6-98:2009. Construction of buildings and structures. Concrete and reinforced concrete structures. Substantive provisions], Kyiv, Minrehionbud Ukrayiny Publ., 2011. 71 p.
2. Soldatov K. I., Zhurbenko M. K., Kliuchnyk S. V., Miroshnyk V. A. Vyznachennia klasiv zaliznychnykh zalizobetonnykh prohonovykh budov mostiv za velychynoiu pruzhnykh prohyniv [Determining the class of the railway reinforced concrete spans of the bridges by considering the magnitude of the elastic sags]. *Zbirnyk naukovykh prats Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana "Mosty ta tuneli: teoriya, doslidzhennya, praktyka"* [Proc. of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan "Bridges and tunnels: Theory, Research, Practice"]. Dnipropetrovsk, 2012, issue 3, pp. 187-193.
3. Borshchov V. I., Zakora O. L. *Mosty i truby. Tom 2. Zalizobetonni mosty, chastyna 1* [Bridges and Pipes]. Dnipropetrovsk, DNUZT Publ., 2012. 434 p.
4. Borshchov V. I., Zakora O. L. *Mosty i truby. Tom 2. Zalizobetonni mosty, chastyna 2* [Bridges and Pipes]. Dnipropetrovsk, DNUZT Publ., 2012. 393 p.
5. Pshinko, O. M. at al. *Nastanovy iz remontu betonnykh i zalizobetonnykh konstruktsii mostiv i trub, shcho ekspluatuiutsia* [Instructions repair of concrete and reinforced concrete bridges and pipes operated]. Kyiv, Shvydkyi Rukh Publ., 2006. 280 p.
6. Soldatov K. I., Zhurbenko M. K., Kliuchnyk S. V., Harmash A. V. Porivnialnyi rozrakhunok klasu zaliznychnoi zalizobetonnoi prohonovoi budovy mosta [The comparative calculation of the class of the reinforced concrete span of the railway bridge]. *Zbirnyk naukovykh prats Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana "Mosty ta tuneli: teoriya, doslidzhennya, praktyka"* [Proc. of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan "Bridges and tunnels: Theory, Research, Practice"]. Dnipropetrovsk, 2012, issue 3, pp. 194-198.
7. Borshchov V. I., Popovych M. M., Soldatov K. I., Tarasenko V. P. at al. *Pravyly vyznachennia vantazhopidomnosti balkovykh zalizobetonnykh prohonovykh zaliznychnykh mostiv* [Rules of carrying capacity of reinforced concrete beam span railway bridges]. Dnipropetrovsk, DNUZT Publ., 2003. 404 p.
8. *DBN V.2.3-14-2006. Sporudy transportu. Mosty ta truby. Pravyly proektuvannya* [State Standard V.2.3-14-2006. Transport constructions. Bridges and pipes. Design rule]. Kyiv, Ministerstvo budivnytstva, arkhitektury i zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Publ., 2006. 359 p.
9. Solomka V. I. Khimichna ta biolohichna koroziya betonu i yiyi naslidky dlya zalizobetonnykh konstruktsiy mostiv [Chemical and biological corrosion of concrete and its implications for reinforced concrete structures bridges]. *Zbirnyk naukovykh prats Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana "Mosty ta tuneli: teoriya, doslidzhennya, praktyka"* [Proc. of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan "Bridges and tunnels: Theory, Research, Practice"], 2013, issue 4, pp. 107-112.
10. Shulman Z. A. *Ispytaniya i monitoring inzhenernykh sooruzheniy* [Testing and monitoring of engineering structures]. Dnepropetrovsk, Lira Publ., 2013. 536 p.

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. В. Д. Петренко (Україна), д.т.н., проф. В. В. Кулябо

Надійшла до редколегії 11.09.2015.

Прийнята до друку 28.09.2016.