

О. Л. ЗАКОРА, С. В. КЛЮЧНИК (ДІТ), М. І. ВЕЛИЧКО, Г. О. ЛИННИК,
М. П. ДИТИНЕНКО, Д. Л. ІВАШКЕВИЧ, О. А. ЗАБІЯКА (ДП «Укрзалізниця»)

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГІННОЇ БУДОВИ В ПРОЦЕСІ ЗАМІНИ МОСТОВОГО ПОЛОТНА

В статті наведені результати моніторингу трансформації напружено-деформованого стану металеві прогінної будови залізничного мосту в процесі заміни мостового полотна на дерев'яних мостових брусах полотном на залізобетонних плитах БМП.

Ключові слова: прогінна будова, безбаластне мостове полотно (БМП), напружено-деформований стан, стискаючі, розтягувальні напруження, прогини

На мережі залізниць України станом на 01.01.2012 р. експлуатується 167842,69 п. м. мостового полотна, в тому числі:

- мостове полотно на баласті – 101734,22 п. м. (60,6 %);
- мостове полотно на дерев'яному брусі – 32014,92 п. м. (19,08 %);
- безбаластне мостове полотно на залізобетонних плитах (БМП) – 33984,95 п. м. (20,265 %);
- мостове полотно на металевих поперечинах – 108,6 п. м. (0,06 %).

Технічна політика Укрзалізниці, враховуючи значні переваги мостового полотна на залізобетонних плитах (БМП) передбачає подальшу заміну ними полотна на дерев'яних поперечинах. При цьому значно змінюються умови передачі і розподілу зусиль від рухомого навантаження та, відповідно, напружено-деформований стан як окремих елементів, так і всієї прогінної будови. Вивчення цих процесів дозволить розробити найбільш раціональні технологічні і конструктивні рішення з утворення, по суті, нових конструкцій прогінних будов, що відповідають вимогам сучасних норм [1].

Під час заміни мостового полотна на дерев'яних брусах залізобетонними плитами БМП прогінної будови мосту через ріку Нижня Терса (251 км ПК6, непарна колія лінії Дніпропетровськ – Чаплине) центральною мостовипробною станцією спільно з ДІТом виконано обстеження, інструментальну зйомку та динамічні випробування.

Прогінна будова зварна, з їздою верхом, має дві головні балки з суцільною стінкою розрахунковим прольотом 33,6 м, виготовлена заводом мостових конструкцій (м. Воронеж) згідно проекту «Лендіпротрансмосту» інв. № 821/4 під розрахункове навантаження С14.

Відстань між осями головних балок 2 м. Головні балки з'єднані між собою поперечними в'язями, розташованими з кроком 2,10 м. Верхні та нижні пояси головних балок з'єднані позовжніми хрестоподібними в'язями з кутників 90×9 мм.

Натурні експериментальні дослідження виконувалися в два етапи. На першому етапі фіксувалися фіброві деформації (напруження) і прогини середин головних балок прогінної будови з мостовим полотном на дерев'яних поперечинах під час проїзду електровоза ВЛ 8. При цьому записувалися зміни напружень низу верхніх і верху нижніх поясів головних балок прогінної будови в середині прольоту: тензорезистори Т1 та Т3 в середині її, відповідно на правій та лівій балці, тензорезистор Т7 розташований на лівій балці зовні, а тензорезистори Т2, Т4 та Т8 розташовані адекватно, але зверху нижніх поясів головних балок (рис. 1). Окрім цього на стінці низової балки були наклеєні вертикально орієнтовані тензорезистори Т5, Т6 та Т9: Т5 – на відстані 647 мм від низу верхнього пояса, Т6 – на відстані 647 мм від низу позовжнього ребра жорсткості в середині прогінної будови, а Т9 – адекватно Т5 ззовні.

На другому етапі, після укладання плит БМП, окрім вищевказаних тензорезисторів, на плиті в середині прогону прогінної будови були наклеєні тензорезистори Т17 та Т14 поперек осі мосту по осі плити, відповідно зверху і знизу неї; поперечні верхній Т18 та нижній Т16 – на відстані 80 мм від краю верхнього поясу головної балки; Т19 та Т15 – позовжні (вздовж осі мосту) на відстані 80 мм від краю верхнього пояса головної балки, відповідно зверху та знизу плити.

Прогиномирі П1 та П2 були встановлені в середині прогону відповідно правої та лівої головних балок.

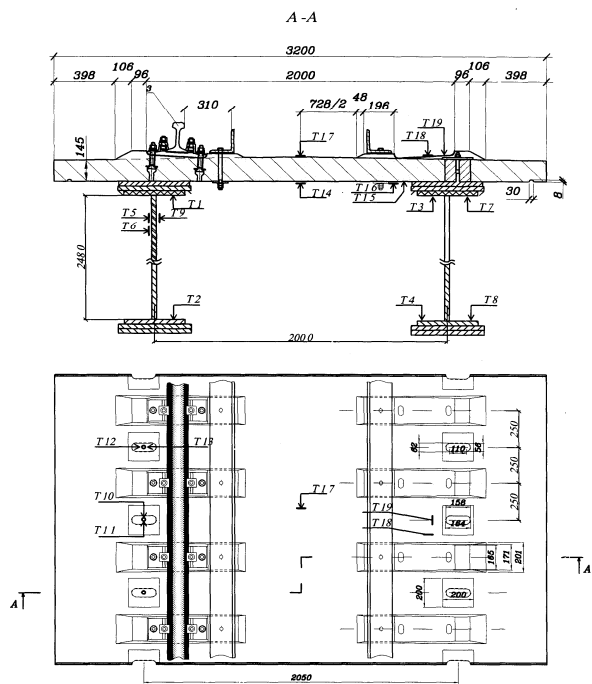


Рис. 1. Схема розташування тензорезисторів

В процесі заміни мостового полотна на прогінній будові виконувалося поздовжнє нівелювання по верхніх поясах головних балок при мостовому полотні: на дерев'яних мостових брусах; без мостового полотна та на плитах БМП.

Плити БМП укладені на дубові дошки товщиною 5 см, через які пропущені металеві шпильки прикріплення плит до верхнього поясу головних балок. Шпильки розташовані через 50 см по осі головних балок.

Отримані експериментальні та теоретичні прогини середини прольоту прогінної будови (табл. 1) від дії вищевказаних типів мостового полотна достатньо близькі.

Результати обробки осцилограм, записаних під час проїзду електровоза ВЛ8 по прогінній будові з різними типами мостового полотна, наведено в табл. 2.

Аналіз отриманих результатів показує, що:

– напруження в верхніх поясах головних балок і у випадку мостового полотна на де-

рев'яних поперечинах, і на плитах БМП на 4...6 % менші напружень в нижніх поясах;

– напруження в поясах головних балок з мостовим полотном на плитах БМП на 8...9 % нижчі напружень в відповідних поясах при дерев'яних брусах. Скоріше за все – це вплив часткового включення плит в сумісну роботу з металевими головними балками. Це підтверджується і зменшенням прогинів середини прогінної будови на 10 %;

– стискальні напруження знизу і розтягувальні зверху плити БМП вздовж осі мосту свідчать про те, що низ плити стискається сумісно з верхнім поясом головної балки, а верх її розтягується робочою рейкою;

– розтягувальні напруження низу плити поперек осі мосту від статичної дії тимчасового навантаження перевищують розрахунковий опір бетону розтягненню $R_{bt,ser}$ [1], що викликає появу тріщин поперек осі плити. На цю обставину зверталася увага в роботі [2];

– періоди власних коливань прогінної будови з мостовим полотном на дерев'яних поперечинах 0,195...0,2 с та з мостовим полотном на плитах БМП 0,215...0,220 с відповідають діапазону зміни періодів коливань металевих та сталезалізобетонних залізничних мостів цього прольоту [3]. До речі, визначені жорсткості прогінної будови з застосуванням експериментально отриманих періодів власних коливань свідчать, що жорсткість прогінної будови з мостовим полотном на плитах БМП на 8...10 % більше ніж з традиційним, незважаючи на більшу масу першого;

– логарифмічний декремент коливань прогінної будови з мостовим полотном на дерев'яних поперечинах $\delta = 0,09...0,10$ майже вдвічі нижче декременту $\delta = 0,21...0,23$ коливань прогінної будови з плитами БМП. Цей показник, який суттєво впливає на величину амплітуд вимушених коливань прогінної будови і швидкість їх затухання, свідчить на користь мостового полотна на плитах БМП.

Таблиця 1

Прогин середини прольоту прогінної будови від власної ваги мостового полотна			
На мостових брусах, мм		На залізобетонних плитах БМП, мм	
Вимірний	Теоретичний	Вимірний	Теоретичний
2,06	2,10	4,84	5,10

Таблиця 2

Положення тензорезистора		№ т/р	Тип мостового полотна						
			На дерев'яних брусах			На з/б плитах БМП			
			σ , МПа			σ , МПа			
			Стат.	max	min	Стат.	max	min	
Права балка зсередини	Верхній пояс	T ₁	-46,58	-47,23	-45,93	-42,4	-43,61	-41,19	
	Нижній пояс	T ₂	48,77	50,43	47,11	44,0	44,80	43,2	
Ліва балка зсередини	Верхній пояс	T ₃	-48,5	-48,92	-48,08	-43,33	-43,84	-42,82	
	Нижній пояс	T ₄	50,5	50,94	50,06	47,5	48,55	46,45	
Ліва балка ззовні	Верхній пояс	T ₇	-45,93	-46,03	-45,83	-44,17	-45,49	-42,85	
	Нижній пояс	T ₈	46,35	47,40	45,30	47,08	47,53	46,63	
Стінка лівої балки	всередині	Відстань 285 мм від верхнього поясу	T ₅	14,5	14,8	14,65	13,85	14,6	13,1
		Відстань 647 мм від горизонт. ребра жорсткості	T ₆	-5,3	-7,3	-3,2	-	-	-
	ззовні	Відстань 285 мм від верхнього поясу	T ₉	-0,73	-2,1	0,6	-1,66	-3,95	-0,63
Тензорезистори вздовж осі моста	БМП низ плити	T ₁₅	-	-	-	-0,382	-0,56	-0,21	
	БМП верх плити	T ₁₉	-	-	-	0,311	0,45	0,17	
Поперек осі моста 0,5 прогону плити	БМП низ плити	T ₁₄	-	-	-	2,83	3,00	2,66	
	БМП верх плити	T ₁₇	-	-	-	-1,70	-2,07	-1,34	
Поперек осі моста біля рейки	БМП низ плити	T ₁₆	-	-	-	2,12	2,51	1,73	
	БМП верх плити	T ₁₈	-	-	-	-2,14	-2,59	-1,67	
Прогиноміри середина прогону балок	Права балка	П ₁	23,27	23,6	22,95	20,79	21,2	20,38	
	Ліва балка	П ₂	23,06	23,3	22,82	20,99	21,3	20,68	

Виконані експериментально-теоретичні дослідження напружено деформованого стану прогінної будови в процесі заміни мостового полотна на дерев'яних поперечинах полотном на залізобетонних плитах БМП дозволяють зробити деякі попередні висновки і рекомендації:

– заново виконати проектування і конструювання плити БМП з застосуванням високоміцних матеріалів і новітніх технологій;

– продовжити дослідження в напрямку пошуку і створення нових ефективних констру-

кцій і технологій об'єднання плит БМП в сумісну роботу її з металевими балками;

– залишається в силі необхідність обґрунтування оптимальної величини натягнення шпильок, розташованих як по осі головних балок прогінних будов, так і з ексцентриситетом відносно неї.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ДБН В.2.3-14:2006. Споруди транспорту. Мости і труби. Правила проектування. [Текст]. – Введ. 2007-02-01. К.: Мін. буд., архіт. та житл. – комун. Госп-ва, 2006. – 359 с.

2. Загора, О. Л., Напружено - деформований стан залізобетонної плити безбалластного мостового полотна. [Текст] / О. Л. Загора, С. В. Ключник, Г. О. Линник, М. П. Дитиненко, Д. Л. Івашкевич, О. А. Забіяка. – Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізничн. тр-ту ім. акад. В. Лазаряна. – 2011. – Вип. 39. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2011. – С. 47-50.
3. Бондар, Н. Г. Динамика железнодорожных мостов [Текст]. / под ред. Н. Г. Бондаря. – М.: Транспорт, 1965. – 412 с.

Надійшла до редколегії 02.04.2012.
Прийнята до друку 24.04.2012.

А. Л. ЗАГОРА, С. В. КЛЮЧНИК (ДИИТ), М. И. ВЕЛИЧКО, Г. О. ЛИННИК, М. П. ДЫТЫНЕНКО, Д. Л. ИВАШКЕВИЧ, О. А. ЗАБИЯКА (ГП «Укрзалізниця»)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЗАМЕНЫ МОСТОВОГО ПОЛОТНА

В статье приведены результаты мониторинга трансформации напряженно-деформированного состояния металлического пролетного строения железнодорожного моста в процессе замены мостового полотна на деревянных мостовых брусьях полотном на железобетонных плитах БМП.

Ключевые слова: пролетные строения, безбалластное мостовое полотно (БМП), напряженно-деформированное состояние, сжимающие, растягивающие напряжения, прогибы

O. L. ZAKORA, S. V. KLYUCHNIK (Dnipropetrovsk National University of Railway Transport), M. I. VELICHKO, G. A. LINNIK, M. P. DITINENKO, D. L. IVASHKEVICH, O. A. ZABIYAKA (Ukrzaliznytsia)

EXPERIMENTAL AND THEORETICAL STUDIES PROHINNOYI STRUCTURE IN THE PROCESS OF REPLACING THE BRIDGE CANVAS

The results of monitoring the transformation of the stress-strain state of the metal superstructure of the railway bridge in the process of replacing the bridge deck on the bridge of wooden bars on the canvas of concrete slabs BMP.

Keywords: spans, bridge deck ballastless (BMP), the stress-strain state, compressive, tensile stresses, deflections