

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

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПЛИТИ БЕЗБАЛАСТНОГО МОСТОВОГО ПОЛОТНА

В статті розглянуто вплив основних силових факторів на напружено-деформований стан залізобетонної плити БМП. Приведенні рекомендації щодо підвищення її експлуатаційних якостей.

Ключові слова: прогонова будова, безбаластне мостове полотно, напружено-деформований стан, тріщини, розтягувальні напруження.

В статье рассмотрено влияние основных силовых факторов на напряженно-деформированное состояние железобетонной плиты БМП. Приведены рекомендации относительно повышения ее эксплуатационных качеств.

Ключевые слова: пролётное строение, безбалластное мостовое полотно, напряженно-деформированное состояние, трещины, растягивающие напряжения

In the paper the influence of basic power factors on the stained-and-stressed state of reinforced-concrete tiles of BMP is considered. The recommendation for the increase of its operating qualities are given.

Keywords: span, ballastless bridge deck structured system, stained-and-stressed state, cracks, stretching tensions

Останнім часом на металевих наскрізних прогонових будовах залізничних мостів відбувається заміна мостового полотна на дерев'яних мостових брусах на безбаластне мостове полотно на залізобетонних плитах (БМП).

Прогресивність цього рішення не викликає сумніву. Проте на багатьох мостах, після нетривалої експлуатації, на укладених плитах БМП з'являються чисельні тріщини і пошкодження, які здатні значно впливати на несучу здатність, довговічність та безпеку експлуатації всієї прогонової будови.

В роботі [1], на основі аналізу літературних та нормативних джерел, анкетування науковців і досвідчених фахівців-експлуатаційників та результатів обстеження стану мостового полотна на плитах БМП в процесі експлуатації, виконані систематизація пошкоджень плит БМП і визначення факторів, які їх викликають. В той же час не розглянуті силові фактори, які впливають на напружено-деформований стан плити БМП.

Розглянемо вплив інтенсивності натягнення шпильок і тимчасового навантаження на деформативність і тріщиностійкість плити БМП.

Поява сітки тріщин навколо овального отвору плити для шпильки, на наш погляд, викликана силовою дією натягнутою зусиллям 12 тонн шпильки. Враховуючи, що поперечний переріз шпильки розтягнутий нерівномірно, (напруження з боку робочої рейки внутрішньої поверхні шпильки в 2,5...3,0 рази перевищують напруги в зовнішній поверхні), місцеві стиска-

льні напруження можуть перевищувати міцність бетону на стиск. Появі тріщин сприяє також наявність концентратора напружень у вигляді овального отвору для шпильок та динамічна дія тимчасового навантаження.

В деяких плитах виявлені поздовжні тріщини між робочою рейкою і контркутиком. Ці тріщини, як і поздовжні тріщини зверху і знизу плити по осі колії, також мають силове походження. Ілюстрацією цього твердження являються епюри згинальних моментів (рис. 1), побудовані на основі визначення моментів в перерізах 1-1 (над опорою – поздовжньою балкою); 2-2 (між робочою рейкою та контркутиком) та 3-3 (по осі колії). Ліва частина епюр моментів відповідає дії постійних навантажень власної ваги плити, робочої рейки і контркутиків, натягнення шпильок, а права – дії постійних і тимчасових навантажень. Епюри від моментів (див. рис. 1, а) відповідають зусиллям, які виникають в плиті при відстані між осями поздовжніх балок – 1,9 м, а епюри (див. рис. 1, б) – при відстані між осями – 1,7 м.

Епюри моментів побудовані при різних зусиллях натягнення шпильок: 2,0, 10,0, 20,0, 40,0, 80,0, 100,0 та 120,0 кН.

Значення згинальних моментів (m) в перерізах 2-2 та 3-3, викликаних постійними навантаженнями і натягненням шпильок, здатні викликати розтягальні напруження бетону верхньої поверхні плити, які перевищують допустимі $R_{bt,ser}$ [2], тобто викликати появу тріщин.

Тимчасове навантаження значно зменшує від'ємні згинальні моменти, тобто напруження верхньої поверхні плити, але збільшує додатні

моменти, які можуть викликати розкриття тріщин знизу плити.

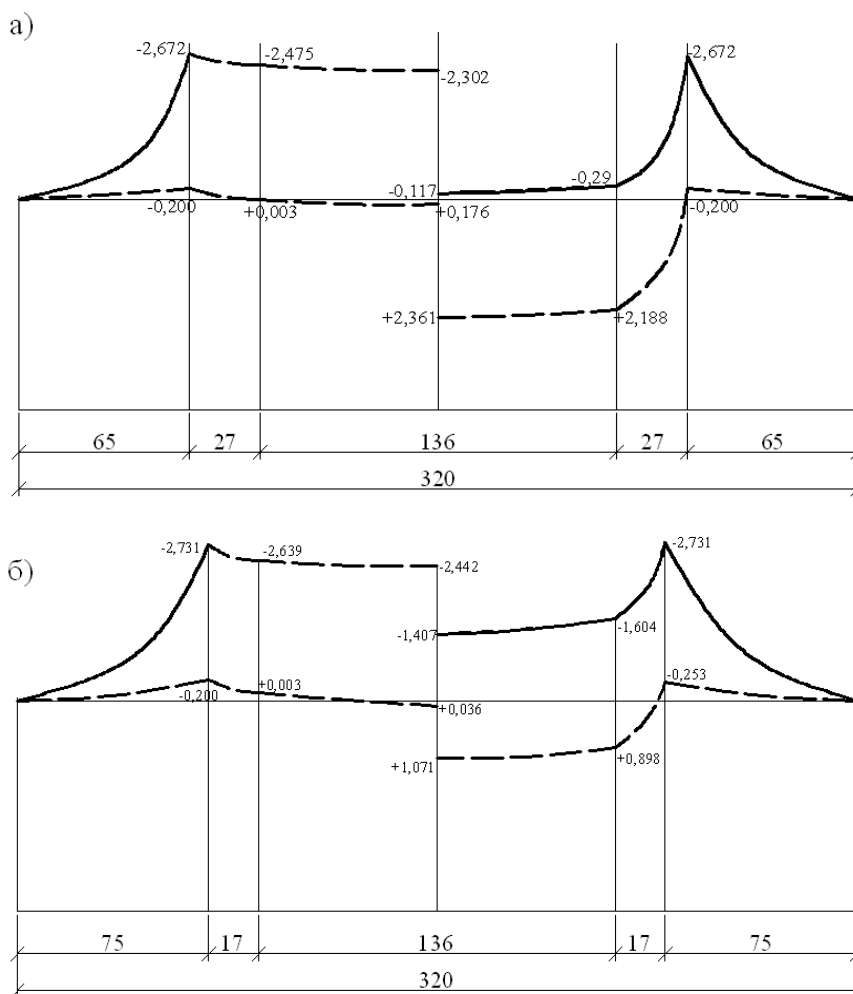


Рис. 1. Епюри згинальних моментів в перерізах плити БМП

Слід звернути увагу на той факт, що збільшення відстані між поздовжніми балками всього на 20 см мало змінює від'ємний момент від постійних навантажень натягнення і шпильок, але більш ніж удвічі збільшує додатній при дії тимчасових навантажень. Це вказує на те, що при кожній відстані між осями поздовжніх балок (для забезпечення тріщиностійкості плити БМП), повинно відповідати своє оптимальне зусилля натягнення шпильок і армування залізобетонних плит БМП.

Для перевірки теоретичних викладок на мосту через р. Сура на 248 км дільниці Дніпропетровськ – Лошкарівка був виконаний наступний експеримент.

На верхній поверхні плити БМП в перерізах 1-1, 2-2 та 3-3 (рис. 2) були наклеєні тензорезистори і виконувалось статичне і динамічне (зі швидкістю 5 км/год) навантаження тепловозом 2ТЕ116 при різних силах натягування шпильок.

Отриманні результати експериментальних досліджень (відносні фіброві деформації) наведені в табл. 1 та 2.

Експериментом підтверджено, що фіброві деформації і, відповідно, розтягальні напруження у перерізі 2-2 перевищують напруження, виникаючі в перерізі 3-3. Напруження в перерізі 2-2 тільки від статичної дії тимчасового навантаження перевищують допустимі $R_{bt,ser}$.

Повертаючись до появи тріщин навколо отворів для шпильок, слід зауважити, що місцеві напруження такі великі, що значно перебивають розтягвальні напруження, обумовлені роботою плити, як консолі.

В процесі експериментальних досліджень встановлено, що від дії тимчасового навантаження зменшується первісне натягнення шпильок: на зовнішній поверхні шпильки до 85 %, а на внутрішній – до 35 %. Це, в свою чергу, призводить до збільшення розтягальних напруг на

нижній поверхні плити і до розкриття в ній поздовжніх тріщин. Це явище обумовлено заміною бетонного прокладного шару дерев'яним

брусом, який характеризується низьким (в 3...4 рази меншим) модулем пружності.

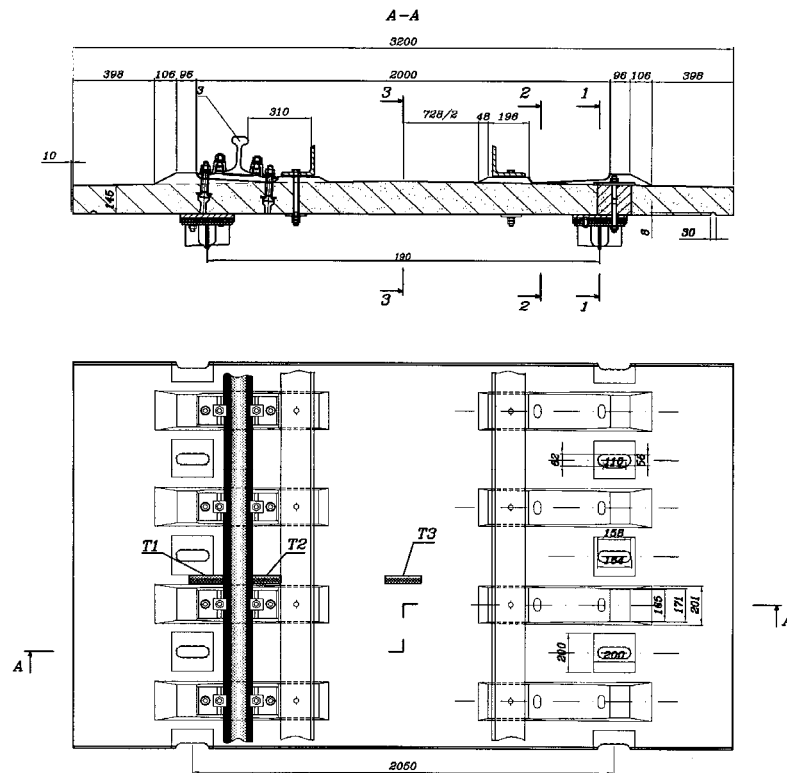


Рис. 2. Схема розташування датчиків на плиті БМП. Результати статичних випробувань плити

Таблиця 1

Переріз	Натяг шпильки 80 кН		Натяг шпильки 100 кН		Натяг шпильки 120 кН	
	$\varepsilon \cdot 10^6$	σ , МПа	$\varepsilon \cdot 10^6$	σ , МПа	$\varepsilon \cdot 10^6$	σ , МПа
1-1	0,529	0,02	-2,95	-0,1	-3,89	-0,14
2-2	47,35	1,7	50,01	1,8	57,55	2,07
3-3	29,64	1,07	33,45	1,21	36,65	1,32

Таблиця 2

Результати динамічних випробувань плити

Переріз	Значення	Натяг шпильки 80 кН		Натяг шпильки 100 кН	
		$\varepsilon \cdot 10^6$	σ , МПа	$\varepsilon \cdot 10^6$	σ , МПа
1-1	Мінімальні	-1,14	-0,04	-2,97	-0,11
	Максимальні	-3,80	-0,14	-5,68	-0,20
2-2	Мінімальні	54,1	1,95	61,61	2,22
	Максимальні	10,6	0,38	15,10	0,54
3-3	Мінімальні	35,9	1,29	38,3	1,38
	Максимальні	13,7	0,49	16,3	0,59

Після аналізу напружень у плиті під динамічним навантаженням слід констатувати, що виміряні напруження перевищують граничні

значення розтягувального напруження у плиті, що можна вважати граничним станом для даної

конструкції, а отже, таким станом, настання якого є неприпустимим для споруди.

Виконані експериментально-теоретичні дослідження дійсної роботи залізобетонної плити безбаластного мостового полотна дозволяють зробити деякі попередні висновки і рекомендації:

– в процесі експлуатації плита зазнає дію багатьох силових впливів, що потребує більш ретельного дослідження;

– заново виконати проектування і конструювання плити з застосуванням високоміцних матеріалів (арматура, бетон) і новітніх технологій;

– науково обґрунтувати оптимальну величину натягнення шпильок, як для різних відстаней між осями поздовжніх балок, так і в межах однієї відстані;

– знайти конструктивне рішення, яке забезпечує сталість натягнення шпильок в процесі експлуатації;

– розробити технологію влаштування залізобетонного прокладного шару між верхнім поясом поздовжніх балок і низом плити.

Виконання цих рекомендацій буде сприяти зменшенню власної ваги плит, підвищенню їх несучої здатності, тріщиностійкості, довговічності та експлуатаційної надійності.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Пługін, А. А., Забіяка О. А., Линник Г. О. та ін. Систематизація пошкоджень залізобетонних плит безбаластного мостового полотна залізничних мостів [Текст] / А. А. Пługін, О. А. Забіяка, Г. О. Линник. // Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті: зб. наук. праць. – Харків, 2009. – Вип. 109.
2. ДБН В.2.3-14:2006. Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування. [Текст]. – Введ. 2007-02-01. – К.: Мін. буд., архіт. та житл.-комун. госп-ва, 2006. – 359 с.

Надійшла до редколегії 10.06.2011.

Прийнята до друку 16.06.2011.