

П. В. КОВТУН, В. В. ТАЛЕЦКИЙ, Е. М. ЭТИН,  
П. Ю. ЭТИН (Белорусский государственный университет транспорта)

## ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ БЕЗБАЛЛАСТНОГО МОСТОВОГО ПОЛОТНА НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Наведено результати обстежень залізобетонних плит безбалластового мостового полотна на Білоруській залізниці. Запропоновано спеціальні форми запису параметрів, що спостерігаються під час експлуатаційних спостережень. Наведені заходи щодо подовження довговічності плит і забезпечення їхньої експлуатаційної надійності.

Представлены результаты обследований железобетонных плит безбалластного мостового полотна на Белорусской железной дороге. Предложены специальные формы записи наблюдаемых параметров при эксплуатационных наблюдениях. Приведены мероприятия по продлению долговечности плит и обеспечения их эксплуатационной надежности.

The article represents results of inspections of reinforced concrete plates of ballastless bridge surfacing on Byelorussian Railway. Special forms of recording the observable parameters in operational supervision have been proposed. Measures have been suggested on increasing the service life and operational reliability of the plates.

Конструкция безбалластного мостового полотна на сборных железобетонных плитах принята по проектам Ленгипротрансмоста, нормативным документам последних лет и рекомендациям, разработанным странами-членами ОСЖД. Плиты являются эффективными и перспективными с точки зрения эксплуатационной надежности и долговечности мостового полотна, а также элементов балочной клетки проезжей части. Плиты получили широкое применение в государствах СНГ при капитальных ремонтах металлических мостов, предусматривающих изменение типа мостового полотна.

На Белорусской железной дороге протяженность безбалластного мостового полотна – более пяти километров, что составляет примерно 32 % от общей протяженности металлических мостов. В дальнейшем предусматривается полная замена деревянных брусьев на железобетонные плиты безбалластного мостового полотна.

Наряду с несомненными преимуществами, особенно в эксплуатации, безбалластное мостовое полотно на железобетонных плитах обладает рядом недостатков, не позволяющих пока считать его конструкцию совершенной.

Наиболее важным и ответственным является узел сопряжения плит со стальными мостовыми балками. Плиты устанавливаются на прокладки и крепятся к стальной балке шпильками. Первоначально это техническое решение предусматривало временное опирание плит на

короткие и узкие деревянные прокладки для выравнивания пути. После чего пространство между плитой и балкой армировалось и заполнялось бетонной смесью через шпилечные отверстия. Ширина бетонного слоя соответствовала ширине поясов балок. Такая конструкция имеет существенные недостатки. Помимо технологической сложности, обусловленной «мокрым» процессом омоноличивания сопряжения, обнаружилась нестойкость в эксплуатации бетонного слоя при толщине свыше 40...50 мм, так как по боковым граням слоя происходит выкрашивание бетона, затем постепенное разрушение его по всей ширине.

Этими обстоятельствами объясняются начавшиеся поиски других решений сопряжения плит с балками.

В Республике Беларусь проектным институтом Промтранспроект предложено сопряжение плит с балками на деревянных (дубовых) антисептированных прокладках шириной 70 мм и натяжением шпилек до 20 тс. Прокладки размещаются вдоль поддерживающих балок между головками двух рядов связующих заклепок (рис. 1). Рекомендуемая толщина прокладок 30...70 мм (минимально допускается 25 мм). При укладке для обеспечения плотного опирания плит по всей длине предполагается тщательная подгонка толщины прокладок по месту. Между подошвой плиты и деревянной прокладкой укладывается армированная резиновая прокладка.

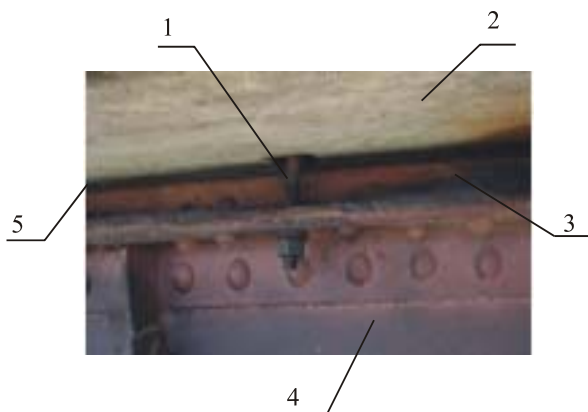


Рис. 1. Сопряжение плит БМП с продольными балками:

1 – шпилька; 2 – плита БМП; 3 – деревянная прокладка;  
4 – продольная балка; 5 – резиновая прокладка

Сотрудниками кафедры «Строительные конструкции, основания и фундаменты» БелГУТа проведены обследования состояния желе-

зобетонных плит безбалластного мостового полотна на стальных мостах через реки Днепр, Припять, Сож, Ипуть, Гривда. В процессе обследований фиксировались нарушения в эксплуатируемых плитах (трещины, состояние узлов сопряжения, состояние стыков). Кроме этого, производились измерения натяжений шпилек крепления плит к мостовым балкам. Для систематизации и облегчения дальнейшего анализа результатов обследований авторами были разработаны специальные формы записи наблюдаемых параметров. В них изображалась схема расположения плит одной панели пролетного строения, плиты нумеровались и на плитах наносились обнаруженные нарушения. Рядом со схемой приводилась таблица, в которой записывались результаты измерения натяжения шпилек. Пример такой записи приведен в таблице и на рис. 2.

Таблица

**Результаты определения усилия натяжения шпилек крепления плит к верхнему поясу продольной балки**

№ панели	№* плиты	Номинальная длина плиты, м	Расположение шпилек по ходу километров		Показания динамометрического ключа, Нм		Усилие натяжения, тс	
			слева	справа	слева	справа	слева	справа
1	1-1-1	1,40	1	1	261	257	6,98	6,87
			2	2	226	217	6,04	5,80
1-1-2	2,00	2,00	1	1	211	199	5,64	5,32
			2	2	248	251	6,63	6,71
			3	3	256	247	6,84	6,60
1-1-3	2,00	2,00	1	1	218	211	5,83	5,64
			2	2	243	225	6,49	6,02
			3	3	257	263	6,87	7,03
1-1-4	1,40	1,40	1	1	225	225	6,02	6,02
			2	2	231	244	6,18	6,52
1-1-5	1,40	1,40	1	1	286	296	7,65	7,91
			2	2	232	223	6,20	5,96
1-1-6	1,40	1,40	1	1	298	320	7,97	8,56
			2	2	311	305	8,32	8,24

Примечание. Первая цифра обозначает номер пролетного строения, вторая цифра обозначает номер панели, третья цифра – номер плиты, расположенной на данной панели данного пролетного строения.

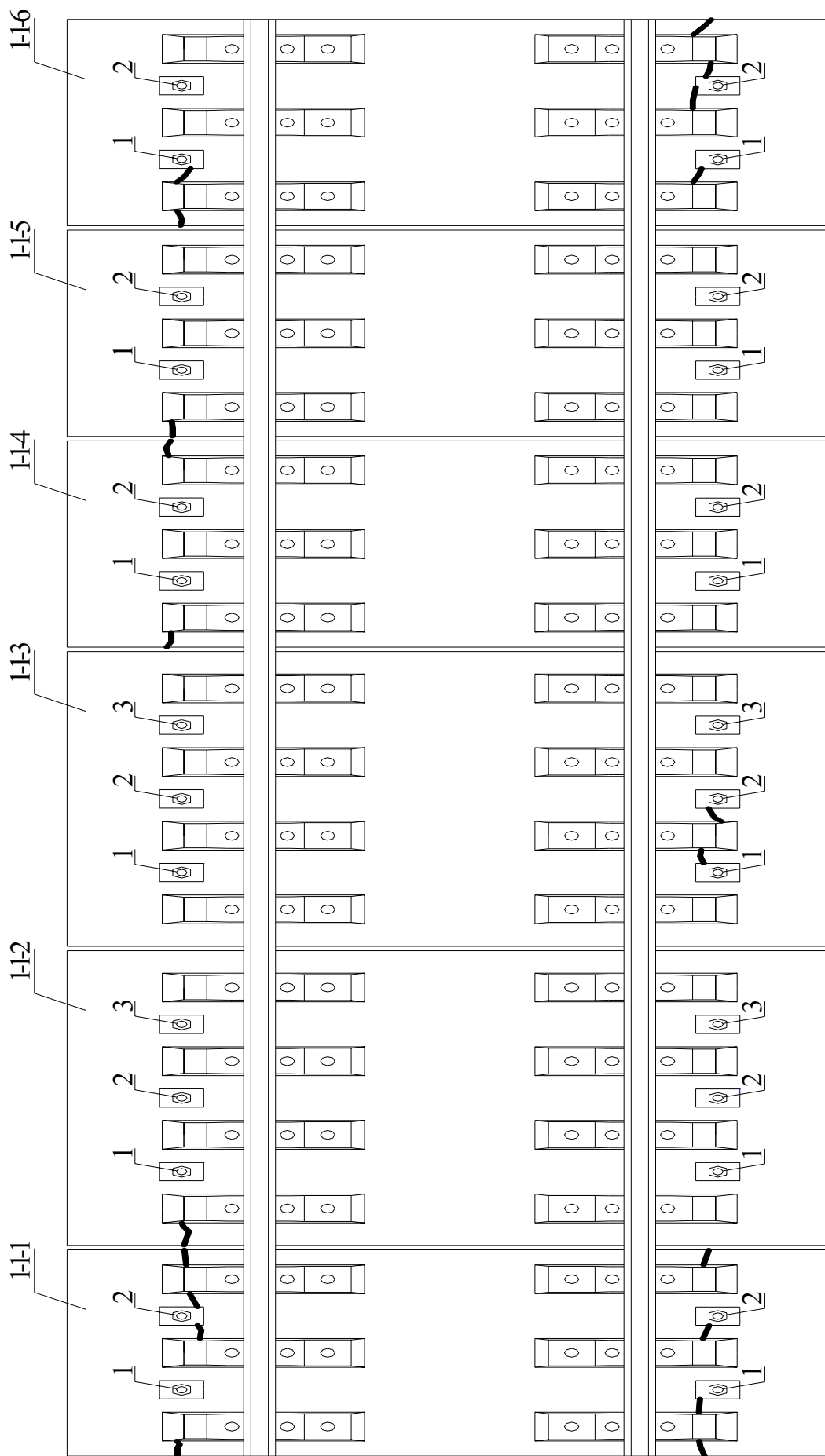


Рис. 2. Раскладка плит и расположение трещин по верхней поверхности плит (ПС-1, панель-1)

Измерение натяжения шпилек крепления плит к главной балке производилось с помощью электронного динамометрического ключа, который был разработан в Белорусской академии наук (рис. 3).



Рис. 3. Электронный динамометрический ключ во время стендовой тарировки:  
1 – электронное табло; 2 – ручка (плечо)

В результате проведенных исследований плит установлено следующее:

1. Имеет место несовершенство конструкции сопряжения плит с продольными балками проезжей части или поясами главных ферм. Опирание плит на узкие дубовые прокладки с натяжением шпилек до 20 тс привели к образованию и раскрытию продольных трещин на верхней поверхности плит в зоне закладных болтов и крепления контруголков (рис. 4, а, в). Причем расчетами доказано, что определяющим фактором является усилие натяжения шпилек.

2. Неравномерное натяжение шпилек привело к образованию поперечных трещин (рис. 4, б). При эксплуатации плит не производится инструментальный контроль усилий натяжения шпилек.

3. Имеются нарушения гидроизоляционного слоя или его полное отсутствие. Это способствует проникновению в трещины атмосферной влаги, а также растворяемых осыпей

сыпучих и наливных грузов, в том числе и агрессивных, коррозии бетона и арматуры и снижению прочности плит.

4. Заделка швов между плитами нарушена или отсутствует. Шпилечные отверстия не закрыты шайбами (рис. 4, г). Это приводит к попаданию атмосферной влаги на узел сопряжения и на поверхность мостовых балок.

## Выводы

1. Для продления долговечности плит и обеспечения их эксплуатационной надежности необходимо в первую очередь увеличить ширину прокладок до 20 см, снизить усилие натяжения шпилек до 10 тс и установить равномерность их натяжения. При широких прокладках и натяжении шпилек до 10 тс будет достигнута наилучшая стабильность мостового полотна в эксплуатации.

2. Выполнить защиту верхней поверхности плит, имеющих трещины от агрессивных внешних воздействий, полимерным покрытием. Руководством Белорусской железной дороги утверждена эффективная полимерная защита, разработанная компанией Sika.

3. Важное значение для продления долговечности плит и обеспечения их эксплуатационной надежности имеет правильная организация текущего содержания и надзора за верхним строением железнодорожного пути и плитами на мостах. Для этого в первую очередь необходимо обеспечить мостовые бригады специализированным инструментом: измерительными динамометрическими ключами, электроинструментом и пескоструйным оборудованием.

4. Учитывая сложность безупречного сопряжения плит с балками на упругих прокладках из готовых элементов, целесообразна разработка технологии исполнения прокладного слоя из полимерных твердеющих на месте компаундов.



Рис. 4. Характерные нарушения эксплуатации плит безбалластного мостового полотна:  
а) продольные трещины по подрельсовой площадке; б) поперечные трещины около подрельсовых площадок;  
в) продольные трещины в зоне крепления контруголков; г) открытые шпилечные отверстия

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 2.05.03–84. Мосты и трубы. Нормы проектирования.
2. Инструкция по применению и проектированию безбалластного мостового полотна на железобетонных плитах на металлических пролетных строениях железнодорожных мостов. – М.: Транспорт, 1995.
3. ОСТ 32.72–97. Стандарт отрасли. Плиты железобетонные безбалластного мостового полотна для металлических пролетных строений железнодорожных мостов. Общие технические условия.
4. Проект 897.1–2.05. Плиты П4–180, П4–190, П4–200. – Л.: Ленгипротрансмост.

Поступила в редколлегию 09.02.2005.