

В. П. ТАРАСЕНКО, Б. В. САВЧИНСКИЙ, В. И. СОЛОМКА, Б. Д. СУХОРУКОВ,  
М. К. ЖУРБЕНКО, Т. Ф. ХАРИТОНОВА, С. В. КЛЮЧНИК (ДИИТ)

## РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ИСПЫТАНИЙ ЭКСПЛУАТИРУЕМОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО РАЗВОДНОГО МОСТА ПОД СОВМЕЩЕННУЮ ЕЗДУ

Наведено особливості роботи розвідного моста під сумісну їзду, результати оцінки технічного стану і випробувань натягнення підвісних канатів розвідного моста з вертикально-підйомною прогоновою будовою.

Приводятся особенности работы разводного моста под совмещенную езду, результаты оценки технического состояния и испытаний натяжения подвесных канатов разводного моста с вертикально-подъемным пролетным строением.

The article describes peculiarities of operation of the draw-bridge for combined traffic, the results of technical evaluation and tightness tests of the suspended cables of the drawbridge with vertically lifted span structure.

Мосты под совмещенную езду имеют железнодорожный проезд и автопроезд, которые располагаются в одном или в разных уровнях. При расположении автопроезда в уровне верхних поясов на подходах к русловой части моста устраиваются обычно эстакады, насыпи и развязки. Разводные мосты под железную дорогу обычно проектируются с вертикально-подъемными пролетными строениями. На разводных мостах под совмещенную езду при расположении езды в разных уровнях для пропуска судов может подниматься на необходимую высоту подъемное пролетное строение или только проезжая часть его. В последнем случае при разводке движение автотранспорта по мосту не прекращается.

Эксплуатация разводных мостов под совмещенную езду связана с проблемами обеспечения надежной и согласованной работы всех конструкций мостового перехода, механизмов и систем автоматики, сигнализации и блокировки для безопасного и бесперебойного движения поездов, автотранспорта и пропуска крупногабаритных судов. Вместе с этим исследований об условиях работы и организации содержания таких мостов недостаточно. Отраслевой научно-исследовательской лабораторией искусственных сооружений Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта им. академика В. Лазаряна в 2005 году с целью диагностики технического состояния и условий работы конструкций и механизмов сооружения были проведены обследования и испытания большого металлического моста под совмещенную езду.

Мост построен в 1955 году по проекту «Трансмостпроекта». Главное русло реки глубиной до 15 м перекрыто металлическими пролетными строениями со сквозными главными фермами с ездой понизу пролетами по 66,0 м. В судоходном пролете расположено вертикально-подъемное пролетное строение, благодаря чему в разведенном состоянии обеспечивается подмостовой габарит высотой 30,0 м. В наведенном положении разводного пролета высота подмостового габарита составляет 9,0 м.

Мост запроектирован под один железнодорожный путь и две полосы автопроезда шириной по 4,5 м, расположенные на консолях с двух сторон за пределами главных ферм. Металлические консоли являются продолжением поперечных балок железнодорожного проезда. На консоли опираются металлические продольные балки и железобетонная плита автопроездов. Расчетные нагрузки, принятые при проектировании: железнодорожная Н-8, автодорожные Н-13 и НГ-60.

С учетом геологических условий и большой глубины подмостового русла фундаменты русловых опор возведены на высоких свайных ростверках с наклонными металлическими трубчатыми завинчивающимися сваями длиной до 30,0 м, а береговые опоры – на свайных фундаментах с металлическими, железобетонными и деревянными забивными сваями длиной по 10...12 м. Металлические трубчатые сваи заполнены бетоном с установкой арматурных каркасов. Завинчивающиеся сваи у нижних концов имеют башмаки, оснащенные винтовыми лопастями диаметром 2,2 м.

Обследование моста выполнено в соответствии с требованиями норм ДБН В.2.3-6-2002 [1]. Перед обследованием конструкций моста и механизмов подъемного пролета в натуре проведено изучение истории сооружения и имеющейся технической документации. При детальном обследовании сооружения выявлялись и анализировались имеющиеся дефекты в конструкциях моста, механизмах и подвесных канатах вертикально-подъемного пролетного строения. В целом состояние конструкций и механизмов разводного пролета по результатам проведенного обследования удовлетворительное. Однако за время пятидесятилетней эксплуатации моста в конструкциях накопилось значительное количество дефектов, вызванных недостатками проектных решений, недостатками содержания и другими факторами.

Наиболее существенные дефекты, касаются нарушения стабильности положения береговых опор, неравномерности натяжения и износа подвесных канатов разводного пролета.

В результате сравнения результатов выполненной съемки продольного профиля на мосту с предыдущими съемками было установлено, что осадки береговых опор (устоев и примыкающих к ним промежуточных опор), наблюдавшиеся еще при строительстве и в начальный период эксплуатации моста, не прекратились полностью до настоящего времени.

Осадки опор 2-4 практически прекратились, опора 1 имеет относительно небольшую величину осадки (на протяжении последних 34 лет в среднем по 1 мм за один год). Осадки опор 0, 5 и 6 за период с 1962 г по настоящее время не стабилизировались и составляют в среднем за один год соответственно 4,5 мм, 2,7 мм и 4,3 мм. За последний период (с 1971 года) темп возрастания осадок опор 0 и 5 несколько замедлился, и величины осадок составляют в среднем за 1 год 3,6 мм для опоры 0 и 2,2 мм – для опоры 5.

Следует отметить, что осадки опор сопровождаются их продольным креном, что приводит к появлению остаточных деформаций на подвижных опорных частях. Для дальнейших наблюдений необходимо регулярно проводить нивелировку по фиксированным точкам на опорах 0, 1, 5 и 6 через каждые два года с привязкой к надежным постоянным реперам на обоих берегах реки.

Для разводных мостов с вертикально-подъемными пролетными строениями весьма важным требованием является обеспечение прочности и надежности подвесных канатов. На данном мосту вес подъемного пролетного

строения под совмещенную езду составляет 1020 тс. Для подвешивания разводного пролетного строения использовано 56 стальных канатов диаметром 52 мм по ГОСТ 3071-46, которые разделены на 4 группы по 14 канатов в каждой группе. По условиям работы канатов и требованиями инструкции Укрзалізниці ЦП-0103 [2] необходимо обеспечить передачу одинакового усилия на каждый из канатов в группе.

Измерение фактического натяжения каждого каната во время испытаний проводилось с использованием специально разработанной методики, которая была создана на основе исследований напряженно-деформированного состояния предварительно напряженных гибких нитей при действии поперечных нагрузок [3; 4]. При этом учитывались местные условия, расположение канатов, длина, диаметр и количество канатов в группе, характер прикрепления канатов, возможность доступа к канатам и другие.

По результатам испытаний наибольшие отклонения натяжения отдельных канатов от средних величин в группе канатов оказались достаточно высокими и достигали 21...28 процентов. С использованием результатов испытаний были рассчитаны для каждого каната необходимые данные для регулирования натяжения канатов – усилия регулирования и соответствующие им величины подтяжки или отпуска гаек в концевых элементах прикрепления канатов к пролетному строению. В таблице приведены результаты испытаний и необходимые величины для регулирования натяжения канатов в группах 1 и 2. В приведенной таблице для величин необходимого регулирования усилий в канатах и подтяжки (или отпуска) гаек знак «плюс» соответствует увеличению натяжения канатов, а знак «минус» – уменьшению. Аналогичные результаты получены и для канатов групп 3 и 4.

Существенными дефектами, влияющими на несущую способность канатов, являются износ их и обрывы проволок канатов. При обследовании состояния подъемных канатов было выявлено, что наибольший износ канатов в виде «лысок» наблюдается на концевых участках канатов на поверхностях, которые контактируют с металлом канавок главных шкивов в начальной стадии разводки моста вследствие некоторого проскальзывания канатов. Ширина «лысок» на проволоках канатов (диаметром 2,4 мм) достигает 1,8...1,9 мм.

Было установлено, что изнашиваются не отдельные проволоки канатов, а происходит массовый износ. Износу канатов способствует неравномерность их натяжения.

## Результаты испытаний и рекомендации по регулированию натяжения канатов в группах 1 и 2

Группа канатов	Номер каната	Отклонение от среднего натяжения, %	Усилие регулирования натяжения, тс	Величина необходимого натяжения гаек	
				мм	поворотов гаек
1. Низовая сторона над опорой 2	1	-2,97	+0,54	+0,82	+0,21
	2	-20,81	+3,79	5,75	+1,44
	3	+5,45	-0,99	-1,5	-0,38
	4	+11,55	-2,1	-3,19	-0,80
	5	1,54	-0,28	-0,43	-0,11
	6	-21,31	+3,88	+5,89	+1,47
	7	+0,88	-0,16	-0,24	-0,06
	8	+7,16	-1,30	-1,98	-0,50
	9	9,64	-1,75	-2,66	-0,66
	10	-18,50	+3,36	+5,12	+1,29
	11	+8,26	-1,50	-2,28	-0,57
	12	+11,56	-2,10	-3,19	-0,80
	13	-10,46	+1,90	+2,89	+0,72
	14	+18,06	-3,29	-5,00	-1,25
		Всего по группе канатов	+74,10	+13,47	+20,47
		-74,05	-13,47	-20,47	-5,13
2. Верхняя сторона над опорой 2	1	+12,30	-2,24	-3,40	-0,85
	2	-25,52	+4,64	+7,05	+1,76
	3	+10,53	-1,92	-2,92	-0,73
	4	+0,27	-0,05	-0,08	-0,02
	5	-10,26	+1,87	+2,84	+0,71
	6	+13,86	-2,52	-3,83	-0,96
	7	+8,22	-1,50	-2,28	-0,46
	8	+19,18	-3,49	-5,30	-1,32
	9	-28,10	+5,11	+7,77	+1,94
	10	-14,78	+2,69	+4,09	+0,98
	11	+4,46	-0,81	-1,23	-0,31
	12	9,40	-1,71	-2,60	0,-65
	13	-18,97	+3,45	+5,24	+1,31
	14	+19,18	-3,49	-5,30	-1,32
		Всего по группе канатов	+97,40	+17,76	+26,99
		-97,63	-17,73	-26,94	-6,75

На основе анализа результатов проведенного обследования моста, инструментальных измерений и испытаний подвесных канатов разводного

пролета разработаны рекомендации по выполнению необходимых капитальных и ремонтных работ и условий дальнейшей эксплуатации моста.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДБН В.2.3-6-2002 «Мости та труби. Обстеження і випробування» Держбуд України. – К., 2002. – 25 с.
2. Інструкція з експлуатації та поточного утримання розвідних вертикально-підйомних прогонів будов залізничних мостів. ЦП-0103. Головне управління колійного господарства Укрзалізниці. – К., 2003. – 69 с.
3. Тарасенко В. П. Анализ напряженно-деформированного состояния предварительно напряженных гибких нитей при загрузении их сосредоточенными силами // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Д., 2006. – Вип. 11. – С. 162–165.
4. Прочность, устойчивость, колебания: Справочник / Под ред. И. А. Бюргера, Я. Г. Пановко. Т. 1. – М.: Машиностроение. 1968. – С. 187–197.

Поступила в редколлегию 29.05.2006.