

**Результаты испытаний пролетного строения моста,
усиленного монолитной накладной плитой с использованием
способа поперечного обжатия**

Павуков Ю.И., Николаевич А.И.
Государственное предприятие «БелдорНИИ»

Задача реконструкции и усиления существующих мостов, построенных в 60-70 годы прошлого столетия, направленная на повышение их надежности и долговечности, приобретает в настоящее время важнейшее значение в связи со сложившейся экономической обстановкой и резким снижением финансирования капитального строительства.

Большинство мостов тех лет были секционные, запроектированы свайными по выпуску 70 Союздорпроекта с пролетными строениями длиной 11,4 и 14,1 м, по выпускам 56 и 10-11 Союздорпроекта и выпуску 7 Белгипродора.

Эти мосты были построены без опорных частей, а балки соединены сварными стыками по закладным деталям в диафрагмах. Почти на всех балках произошло разрушение торцов и разрывы стыков по диафрагмам, поэтому они нуждаются в ремонте. Кроме того, в связи с переходом на новые строительные нормы и правила, эти мосты нуждаются в усилении и уширении.

В сложившихся условиях одним из наиболее приемлемых вариантов повышения долговечности пролетных строений существующих мостов, а также увеличения их грузоподъемности, является устройство монолитной накладной плиты поверх существующих балок и, кроме того, объединение балочных пролетных строений в неразрезные плети (либо рамы) посредством устройства объединяющих балки смежных пролетов монолитных железобетонных опорных участков. При этом, в случае необходимости уширения существующего мостового сооружения, в качестве усиливающих конструкций могут быть использованы балки парапетных ограждений тротуаров, включаемые в совместную работу с существующими балками пролетных строений.

Применение сборно-монолитных пролетных строений в виде сборных железобетонных главных балок, объединенных сверху монолитной железобетонной накладной плитой, получило широкое распространение и в странах Европы [1] и в странах Северной Америки [2].

В Беларуси железобетонные монолитные накладные плиты применяются с 80-х годов XX века при усилении и уширении существующих сборных железобетонных мостов из тавровых балок, объединенных по диафрагмам на сварке. Начало данному опыту положили исследования Государственного Предприятия «БелдорНИИ» [3].

Усовершенствованный способ уширения с одновременным усилением и повышением долговечности сборных балочных пролетных строений был разработан и внедрен специалистами государственного предприятия «БелдорНИИ» при реконструкции моста через реку Поня на автодороге Р-3 Логойск – Зембин – Глубокое – граница Латвийской республики (Урбаны), расположенный на км 91,624. Компоновка пролетного строения моста после уширения и усиления представлена на рисунке 1.

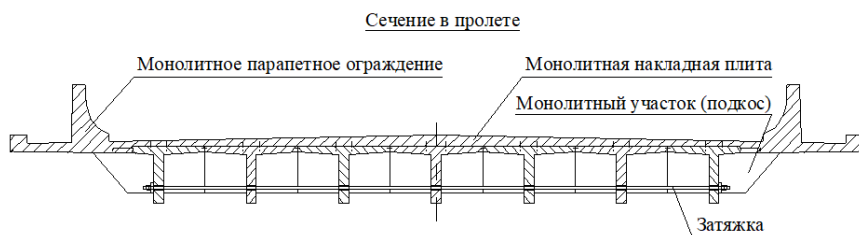


Рис. 1. Поперечная компоновка элементов пролетного строения моста

Попролетная формула моста – $3 \times 14,06$ м. Опоры – свайные. Балки – тавровые, объединенные по диафрагмам на сварке. В поперечнике 7 балок. Шаг балок – 1,4 м. Габарит мостового полотна в доремонтный период – $\Gamma-8+2 \times 0,85$ м, что не соответствовало требованиям действующих нормативных документов. Грузоподъемность сооружения по проекту – Н-30, НК-80.

Усиление пролетных строений моста с уширением габарита мостового полотна до $\Gamma-10$ осуществлено посредством устройства железобетонной монолитной накладной плиты поверх существующих

балок с включением ее в совместную работу с указанными балками с помощью анкеров, а также с использованием поперечного обжатия. При этом существующие разрезные пролеты за счет устройства железобетонных монолитных надпорных участков объединены и представляют собой в настоящий момент рамную конструкцию.

Общий вид моста после капитального ремонта представлен на рисунке 2. Вид на мостовое полотно представлен на рисунке 3.

Устройство монолитных надпорных участков позволило исключить необходимость устройства деформационных швов над опорами. Данное решение благоприятно влияет на долговечность моста. Температурные швы устроены только на сопряжении моста с подходами (рисунок 4). Узел сопряжения моста с подходом представлен на рисунке 5.

Уширение моста до габарита Г-10, который соответствует требованиям ныне действующих норм, осуществлено без уширения опор. Это достигнуто за счет включения в совместную работу с существующими балками достраиваемых железобетонных монолитных неразрезных парапетных ограждений тротуаров, которые, по сути, представляют собой добавленные балки пролетного строения, объединяемые с существующими балками за счет омоноличивания с консольными свесами надпорных участков, достроенными консольными участками диафрагм и непосредственно с накладной плитой.

Отсутствие необходимости уширения опор существенно снизило затраты на капитальный ремонт моста.

Для обеспечения надежной работы парапетных ограждений в условиях водосолевой агрессии при их сооружении применен бетон повышенной морозостойкости и водонепроницаемости. Характеристики бетона парапетов: класс по прочности на сжатие – В35, марка по морозостойкости – F150 в солях, марка по водонепроницаемости – W8.

Произведено поперечное обжатие балок пролетного строения и достроенной на них накладной плиты. Обжатие осуществлено стальными тягами, пропущенными через соосно расположенные отверстия в ребрах существующих балок, расположенные в зонах около диафрагм. Усилие натяжения каждой тяги – 30тс. Контроль натяжения произведен динамометрическим ключом с дополнительным контролем по удлинению стержня.



Рис. 2. Общий вид моста после капитального ремонта



Рис. 3. Мостовое полотно после капитального ремонта

Для определения фактической грузоподъемности пролетного строения моста, были проведены испытания сооружения и проверки ее соответствия теоретически определенной грузоподъемности, а также выявления возможности пропуска по сооружению требуемых современными нормами нагрузок А14 и НК-112.

Испытания производились автосамосвалами МАЗ-5516 в количестве 5 штук весом 33 тонны каждый (рисунок 4). Общая испытательная нагрузка на пролетное строение составила 165 тонн. Нагрузкой загружались сечение 0,4L и приопорное у опоры №2 пролета №1.

Сечение 0,4L оснащается деформометрами с базой $b=500$ мм и ценой деления индикатора 0,001 мм и прогибомерами ПАО-6 с ценой деления 0,01 мм.

Сечение у опоры №2 оснащается деформометрами с базой $b=500$ мм и ценой деления индикатора 0,001 мм.

Размещение приборов во время испытаний показано на рисунках 5 и 6.

Результаты проведения испытаний

Величины прогибов для балок пролетного строения, полученные по результатам испытаний, не превышают теоретически вычисленных значений, а также допустимых значений величин прогибов,

равных $\frac{1}{400} \cdot L = 34,75$ мм.

Значения конструктивных коэффициентов, вычисленные для величин максимальных прогибов, находятся в допустимых ТКП 45-3.03-60 [4] пределах от 0,69 до 0,73, что свидетельствует о нормальной работе конструкции.

При визуальном осмотре испытываемых конструкций в момент нахождения на них испытательной нагрузки раскрытие трещин или другие дефекты на этих конструкциях не обнаружены. Величины прогибов для балок пролетного строения, полученные по результатам испытаний, не превысили теоретически вычисленных значений, а также допустимых значений величин прогибов.

Максимальный фактический допустимый класс для пропуска автомобильных нагрузок в составе колонн по I группе предельных состояний составил $[K]=14$, по II группе предельных состояний - $[K]=16$.

Максимальный допустимый класс для пропуска тяжеловесных нагрузок одиночным порядком по I группе предельных состояний составил $[K_{НК}]=172,1$, по II группе предельных состояний - $[K_{НК}]=119,3$.

Основываясь на вышеизложенном, можно сделать вывод: фактическая грузоподъемность пролетного строения моста соответствует проектным нормативным временным вертикальным подвижным нагрузкам А14 и НК-112 [5].

Выводы по результатам испытаний усиленного монолитной плитой и поперечным обжатием пролетного строения

Посредством поперечного обжатия обеспечивается как повышение надежности объединения существующих балок по диафрагмам, так и повышение трещиностойкости железобетонной монолитной накладной плиты в поперечном направлении, а, следовательно, и ее долговечности.



Рис. 4. Установка испытательной нагрузки



Рис. 5. Расстановка прогибомеров и деформометров в сечении 0,4L



Рис. 6. Расстановка деформометров в приопорном сечении с низовой стороны

Экономическая эффективность реализации проекта составила более 20% относительно других вариантов ремонта и усиления.

Резюмируя вышеизложенное, можно утверждать, что примененный способ реконструкции балочных пролетных строений моста является реально эффективным способом повышения его долговечности и грузоподъемности.

Литература

1. Богданова Е.Н. Конструктивные решения транспортных эстакад на основе сборных железобетонных балок в странах Европы. Перевод статьи *Brucken aus Betonfertigteilen in Europa*// ВФТ.-2001.- №2-с.80-88 (нем., англ.).
2. Richard E. Klingner, Lee A. Bieschke. Effects of Transverse Panel Strand Extensions on the Behavior of Precast Prestressed Panel Bridges. *Journal prestressed concrete institute*, vol.33, №1, January/February 1988, pp. 68-88.
3. Ремонт железобетонных мостов. Технические решения для службы эксплуатации автомобильных дорог. Мн.: БелдорНИИ, 1983.
4. ТКП 45-3.03-60-2009 Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний.
5. СН 3.03.01-2019 Мосты и трубы.