

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕКОНСТРУКЦИИ МОСТОВ. УСИЛЕНИЕ РЕБРИСТОГО ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ ПРЕВРАЩЕНИЕМ ЕГО В КОРОБЧАТОЕ

Важнейшей задачей дорожной отрасли России является качественное улучшение состояния автомобильных дорог и искусственных сооружений на них. По данным рабочей группы по мониторингу реализации национального проекта «Безопасные качественные дороги», 30% искусственных сооружений находится в неудовлетворительном, предаварийном и аварийном состоянии. В рамках нацпроекта предусмотрена отдельная подпрограмма восстановления аварийных и предаварийных мостов, однако вопрос финансирования дорожной деятельности – один из самых болезненных для регионов. В связи с этим, оперативное приведение в нормативное состояние существующих мостовых сооружений с акцентом на их ремонте и капитальном ремонте является актуальным вопросом.

Самое распространённое сегодня мнение и техническое решение, предлагаемое большинством проектных компаний – это снести «старые» мосты и построить «новые», причем, по тем же продольным схемам и по тем же типовым проектам, которые были разработаны в те же 60-е годы.

Сложность демонтажа, в случае повреждения балок, заключается в том, что у балок отсутствует несущий нижний пояс, и поднять их практически невозможно, а точнее такую расчлененную конструкцию необходимо подпереть временными опорами, что соответственно приводит к перекрытию движению по дороге под путепроводом и создает дополнительные неудобства. Демонтаж крупногабаритных железобетонных конструкций – это всегда неэкологично и трудозатратно.

Применяющиеся методы усиления сводятся к установке внешней арматуры, напоминающей шпренгельную систему, которая чаще всего направлена вдоль балок, а иногда и поперёк балок вдоль диафрагм. При этом все эти швеллеры, установленные полками вверх и вниз, и стержневая арматура, и высокопрочная прядевая арматура, и углепластиковые ламели, и стеклопластиковые холсты разных модификаций с разными отверждающими системами – все эти типы усиления относятся к временным мероприятиям, либо являются межремонтными мерами. Не изменяя геометрии, т.е. не прибегая к реконструкции невозможно увеличить несущую способность.

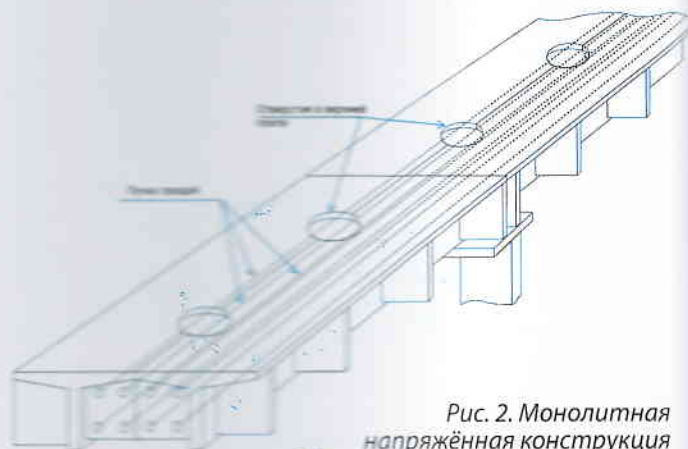


Рис. 2. Монолитная напряжённая конструкция («Монобрус»)

В этой связи предполагается новый взгляд и подход к переформированию элементов усиления, не в отдельной каждой балки, а объединению двух, трех соседних балок в новую монолитную коробчатую (рис.1). Причем, такая конструкция может быть использована для усиления отдельного разрезного пролета, а может быть использована и для переустройства в неразрезное пролетное строение при замене набора опорных частей.

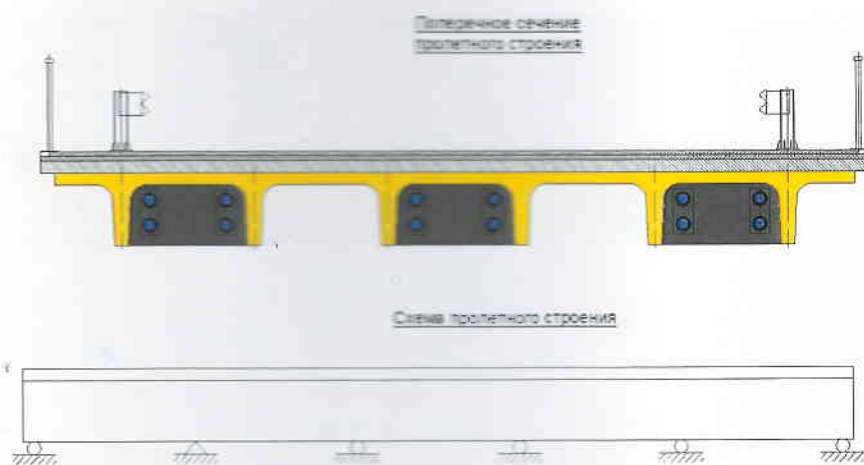
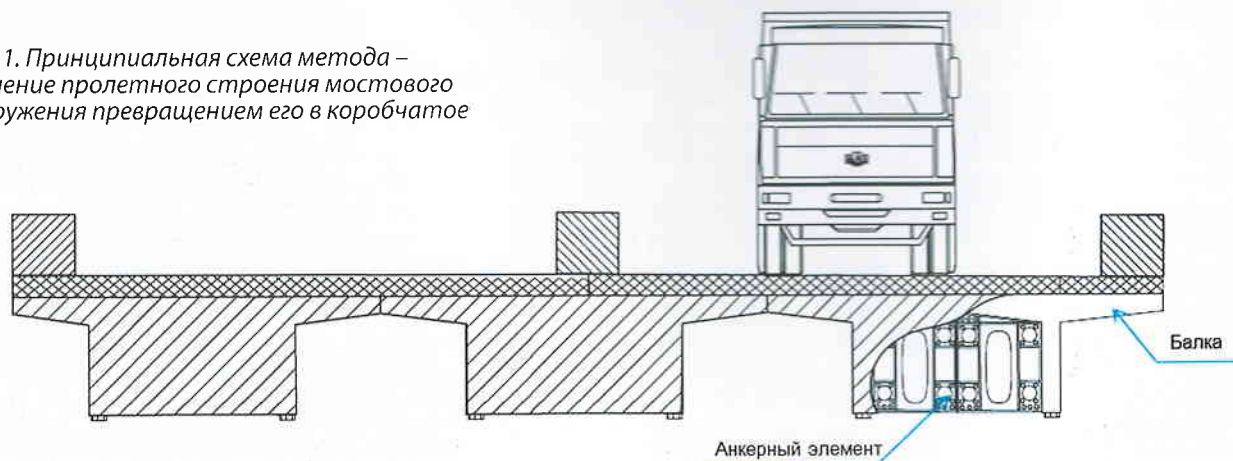


Рис. 3. Новая схема поперечного сечение пролетного строения

Рис. 1. Принципиальная схема метода – усиление пролетного строения мостового сооружения превращением его в коробчатое



Предлагается абсолютно новая конструкция пролётно-го строения (рис. 1), представляющая собой коробчатую монолитную неразрезную цельную балку, где бывшие балки разрезной балочной системы 56-го выпуска служат на первой стадии только в качестве несъёмной опалубки, а на последующей стадии, включившись в совместную работу, служат в качестве «каркасного элемента», в центре которого находится монолитная напряжённая конструкция (рис. 2).

В итоге получается принципиально другая конструкция пролётно-го строения, обладающая большей долговечностью, грузоподъёмностью под современные нагрузки и отвечающая всем нормам эксплуатации (рис. 3).

Попарное объединение балок в коробку и создание железобетонного бруса («Монобруса») по всей длине моста позволяет объединить разрезные балки в неразрезное пролётно-е строение. Такое конструктивное решение позволяет в кратчайшее время объединить балки в продольном направлении и избежать обрушения.



Фото 1. Пучки канатов К-7

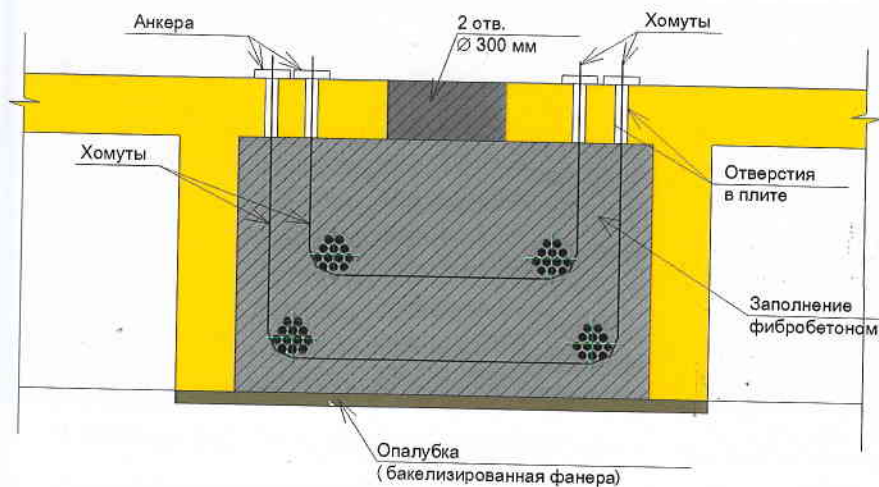


Рис. 4. Установка хомутов, прядей, опалубки

Формула предлагаемого нового конструктивно-технологического решения защищена патентом №2640855 от 12.01.2018 г. «Способ усиления пролётно-го строения моста».

В случае образования единого неразрезного пролётно-го строения на основании вышеописанного метода, при допустимых расчетных нагрузках возможен полный демонтаж русловых опор моста. Такая технология защищена патентом «Способ усиления мостового сооружения с демонтажем русловых опор моста», №2712984 от 10.04.2019 г.

В целях увеличения пропускной способности, уширения тротуаров или проезжей части в комплексе с описываемым методом рекомендуется применять технологию согласно патенту «Способ уширения мостового сооружения» №2205914 от 27.11.2001 г.

Эффективность метода ремонта или реконструкции при усилении конструкции с помощью преднапряжения высокопрочными прядями неоспоримо лидирует.

Во-первых, нынешняя система преднапряжения на порядок надежнее, при том, что используются средства малой механизации, новые составы бетонов, клеевые составы, современные опалубки, подъемно-транспортные механизмы, позволяющие перевозить и монтировать элементы. А если пучок погружен в фибробетон, то он защищен с точки зрения антивандальных мероприятий.

Во-вторых, метод очень прост в исполнении, относится к методу работы неразрушающим способом, присутствует практически только ручной труд бригады из 6-8 человек, 1-2 инженера. Не требует устройств объездных дорог, крупногабаритной спецтехники – работа осуществляется исключительно средствами малой механизации, без закрытия движения по путепроводу, так и под ним. Возможна работа при отсутствии подключения к электричеству, например, используя генераторы.

В-третьих, выполняя ремонт конкретного участка нет необходимости в демонтаже тротуаров, перил, ограждений и возможных коммуникаций. Весь процесс ремонта во временном отрезке можно оценить в 1-1,5 месяца, при этом увеличить несущую способность конструкции в несколько раз, а не на 10-15 %, которые предполагают другие методы.

В настоящее время метод применяется в пяти проектах, из них на двух объектах – реализован и испытан, кроме того, создана не масштабная модель, испытана и рекомендована для дальнейшего использования на объектах.

На территории ООО «НПП СК МОСТ» в г. Балашиха в 2018 году был создан испытательный силовой стенд, на котором был смонтирован фрагмент пролётно-го строения из двух

типовых ребристых балок длиной 15,0 м и высотой 0,85 м (Проект 710), объединённых по плите проезжей части. Толщина плиты проезжей части составила 0,15 м. При монтаже на испытательном стенде балки были расчленены по длине на 2 блока, после чего заново объединены путем соединения арматурного каркаса и омоноличивания бетоном.

Усиление балки выполнено двумя пучками предварительно напряженной арматуры из 12-арматурных канатов К-7 номинальным диаметром 15 мм, установленных вдоль нижней части ребер. Вдоль плиты проезжей части установлены два пучка из трех канатов К-7 номинальным диаметром 15 мм. Контролируемое усилие в каждом пучке составляет 539,4 кН (55,0 т), (рис. 4, фото 1, 2).



Фото 2. Установка металлического листа, натяжение прядей



Фото 3. Натурный образец под статической нагрузкой 2х100 тонн



Фото 4. Вид снизу на пролетное строение до ремонта

Для омоноличивания предварительно напряженной арматуры и заполнения полости между ребрами балок был использован фибробетон класса В25, F200, W6.

После набора прочности бетоном были выполнены статические испытания полученной балки длиной 16,76 м путем постепенного её нагружения возрастающей внешней нагрузкой с фиксацией вертикальных перемещений, а также параметров повреждений, возникших в процессе нагружения.

Нагружение балки осуществлялось посредством двух гидравлических домкратов мощностью по 100 тс каждый (фото 3), объединенных в единую гидравлическую систему.

В процессе испытаний было зафиксировано, что балка работает в упругой стадии, все элементы конструкции включены в совместную работу, трещин и отслоений не выявлено, а остаточный прогиб не превышает 1,6 мм. Конструкция успешно прошла испытания в соответствии с предусмотренной программой на расчетные современные нагрузки.

На совещании по вопросу применения современных и инновационных технологий при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог 18.12.2018 г. в Москве, данная технология была рассмотрена и рекомендована к применению при ремонтах и реконструкциях мостовых сооружений автомобильных дорог, в том числе при ликвидации ЧС на объектах Государственной компании «Автодор».

Таким образом, предприятие не только разработало новое решение для капитального ремонта мостовых сооружений, которое позволит дать новую жизнь малым и средним сооружениям, что отвечает задачам Национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги», но и осуществило испытание и внедрение.

В дальнейшем, технология усиления ребристого пролетного строения путем превращения его в коробчатое успешно прошла государственную экспертизу и была реализована ООО «НПП СК МОСТ» при выполнении муниципального контракта по капитальному ремонту моста через р.Каменка по улице Коровники в городе Суздале Владимирской области в 2019–2021 году.

Мост типовой и широко распространенный – построенный в 70-е годы прошлого столетия, из ребристых 16-метровых железобетонных балок типового выпуска № 56, двухполосный, 72 м длиной, имел множество дефектов и находился в неудовлетворительном, аварийном состоянии (фото 4).

В сентябре 2019 года ООО «НПП СК МОСТ» приступило к выполнению работ по его капитальному ремонту. Было снято асфальтобетонное покрытие, слои дорожной одежды, осмотрены конструкции моста. В результате было установлено, что балки могут быть сохранены, и заказчиком было принято решение внести в проект ряд корректировок.



Фото 5. Канаты преднапряжены 6х12 прядей Ø 15,7 мм



Фото 6. Преднапряжение пучков в коробке



Фото 7. Установка и натяжение арматурных канатов на ригелях



Фото 8. Вид на пролетное строение снизу после ремонта



Фото 9. Работа с подвесных подмостей



Фото 10. Вид снизу после ремонта

По итогам корректировки проектной документации, экспертами ГАУ ВО «Владоблгосэкспертиза» было выдано положительное заключение на применение метода попарного объединения существующих балок пролетного строения с заполнением фибробетоном пространства между ними и обжатием полученных балок-брусьев пучками предварительно напрягаемой арматуры (фото 5, 6).

Поверх изменённого пролетного строения была предусмотрена накладная плита для усиления плиты проезжей части с консолями длиной 1,4 м для уширения тротуаров.

При ремонте моста через р. Каменка в г. Суздале были применены подвесные строительные леса, включающие в себя рабочие площадки, удерживаемые вертикальными подвесками, закрепленными на плите проезжей части и тротуарах (фото 7, 8).

Согласно откорректированной сметной документации стоимость работ по капитальному ремонту моста снизи-

лась на 6,5 млн (10% цены контракта), что является существенной экономией средств местного и областного бюджета.

Первоначальный вариант проекта предусматривал демонтаж несущих балок и других элементов конструкции, а также строительство временного пешеходного моста.

По итогам ремонта с применением новой технологии увеличилась грузоподъемность моста, уменьшилось количество деформационных швов, расширилась проезжая часть моста с 7 до 9 метров. Тротуары с обеих сторон стали шире с 0,9 до 1,5 метров (фото 9, 10, 11).

По результатам обследования и приёмочных испытаний сооружения было установлено, что все измеренные значения находятся в пределах допустимых значений в соответствии с СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы», а грузоподъемность моста соответствует нормативным нагрузкам А11 и Н14.

Приведенный анализ напряженно-деформированного состояния неразрезного пролетного строения моста под воздействием статических испытательных нагрузок свидетельствует о полном соответствии работы конструкции расчетным предпосылкам, а долговечность конструкции обеспечена как минимум на 30 и более лет.

В целом можно сказать, что метод испытан, успешно применен на практике и рекомендован к дальнейшему применению на мостовых сооружениях во всех регионах России.

В.Ю. Казарян,
генеральный директор
ООО «НПП СК МОСТ»,
доктор транспорта Российской
академии транспорта,
действительный
Член Инженерной академии
Армении, Член Всероссийского
общества изобретателей
и рационализаторов,
Член международной
ассоциации IABSE



Фото 11. Усиление опоры