

**УДК 624.21.03**

Гончарова Ю.А., магистрант  
Мелехина О.В., к.т.н., доцент  
Кубанский государственный технологический университет  
г. Краснодар

**СИСТЕМА МОНИТОРИНГА КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ,  
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ БЕЗОПАСНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Мостовые сооружения являются одними из самых дорогостоящих и ответственных объектов транспортной сети. Ежегодные увеличения количества автотранспорта требуют повышенной безопасности и бесперебойной эксплуатации мостов, эстакад, путепроводов и других транспортных объектов, в любое время года, независимо от погодных условий. Многие мостовые сооружения построены давно по старым нормам проектирования, предназначенные для меньших расчетных нагрузок, большая их часть находится в неудовлетворительном состоянии, и требуют реконструкции, усиления или замены для дальнейшей эксплуатации под возросшие нагрузки.

Аварии на мостовых сооружениях наносят серьезный ущерб окружающей природной среде, приводят к нарушению транспортного процесса, а также составляют угрозу жизни и здоровью людей.

Объектом исследования является мост через магистральный канал, выполненный по схеме 6×8,40 м, длиной 52,41 м. Автодорога на данном участке в соответствии с полученным паспортом относится к III категории. Автодорога пересекает канал под прямым углом. Мост в плане расположен на прямом участке дороги, перед началом моста поворот дороги вправо, в продольном профиле мост находится на участке с незначительным уклоном в направлении конца моста (около 3‰). Согласно паспорта сооружения, мост построен в 1969 году под нагрузки Н-18 и НК-80. Общий вид моста представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общий вид моста

В процессе обследования мостового сооружения выявлены различные дефекты. К наиболее значимым дефектам можно отнести:

- значительные разрушения защитного слоя балок с обнажением и коррозией арматуры;
- сколы бетона балок с обнажением и коррозией арматуры;
- продольные трещины вдоль рабочей арматуры;
- продольные трещины в плите балок;
- трещины в насадках опор и заборных стенках.

Также выполнена оценка износа элементов по ОДН 218.0.017-2003 и выявлено, что наибольший износ конструктивных частей сооружения имеет мостовое полотно – 29,74%. Износ пролетных строений составил от 0,99% (ПС 1, 2) до 1,39% (ПС 6), что меньше 10%. Износ опор от 0,3% (оп. 3) до 1,13 (оп. 1), что меньше 10%. Интегральный показатель качества сооружения 12,18%.

В покрытии проезжей части на подходах и сопряжении отмечены просадки насыпи по полосам движения перед и за мостом; многочисленные поперечные и продольные трещины, а также сетки трещин на проезжей части по полосам движения; колейность покрытия; шелушение покрытия; выбоины в покрытии в пределах верхнего слоя [1].

К дефектам деформационных швов можно отнести: трещины в асфальтобетонном покрытии над ДЩ закрытого типа. Во всех пролетах толщина покрытия на мосту превышает проектную толщину, что создает дополнительную нагрузку на пролетные строения. Во всех пролетах отмечено загрязнение проезжей части в пределах полос безопасности, колейность покрытия и дефекты покрытия правой полосы движения, связанные с проходом тяжелой гусеничной техники по мосту.

Состояние ограждений безопасности можно оценить, как неудовлетворительное, так как высота и удерживающая способность их не соответствует нормативной, отсутствуют ограждения безопасности на подходах с левой стороны моста, а также отмечено шелушение окрасочного слоя, мелкие раковины и сколы, поверхностное разрушение бетона и сколы его граней с оголением и коррозией арматуры. Кроме того, в пределах в начале и конце моста отмечено ненормативное сопряжение ограждений безопасности моста и подходов.

При проведении геодезических работ выполнены съемки отметок элементов мостового полотна и низа ребер балок пролетных строений. В результате анализа данной информации можно сделать вывод о том, что толщины дорожной одежды на мосту находятся в пределах 200-280 мм (у ограждений) и 255-310 мм (по оси ПЧ) с наибольшими значениями в пролете 4 (у ограждения) и в пролете 1 (по оси). Нормативная толщина дорожной одежды, согласно типового проекта выпуск 56 Союздорпроект (1958 г.) составляет 100 мм у ограждений и 171 мм по оси. Таким образом сверхнормативный слой асфальтобетона имеет следующую толщину: 100-180 мм (у ограждений) и 84-139 мм (по оси). Дополнительная нагрузка от сверхнормативного слоя асфальтобетона составляет: в пролете 1 – 2,95 т/п.м., в пролете 2 – 2,50 т/п.м., в пролете 3 – 2,90 т/п.м., в пролете 4 – 3,06 т/п.м., в пролете 5 – 3,06 т/п.м., и в пролете 6 – 2,22 т/п.м. Наличие данной сверхнормативной нагрузки оказывает отрицательное влияние на грузоподъемность пролетных строений моста [2].

Исходя из перечисленного выше, в качестве эффективного средства выявления дефектов мостового сооружения и предупреждения его аварий предлагается использовать элементы системы мониторинга в соответствии с ГОСТ Р 22.1.12-2005. Основной причиной необходимости установления системы мониторинга является выявленный ряд дефектов, которые могут привести к частичному или полному разрушению исследуемого мостового сооружения. Наиболее эффективной послужила бы система непрерывного мониторинга, но это несет за собой значительные экономические затраты, поэтому разумнее использовать периодический мониторинг с выездом на место дорожной лаборатории в соответствии с ГОСТ 31937-2011. Для решения вопроса по оценке состояния мостового сооружения необходим мониторинг прочностных свойств конструкций моста.

Прочностные свойства конструкций моста оцениваются неразрушающим методом ударного импульса в соответствии с ГОСТ 22690 с применением электронного измерителя прочности бетона ИПС-МГ4.01 (рисунок 2).



Рисунок 2 – Электронный измеритель прочности бетона ИПС–МГ 4.01

Принцип работы прибора основан на измерении параметров акустического импульса, возникающего на выходе склерометра при соударении бойка о поверхность контролируемого материала. Места измерений выбирались таким образом, чтобы данный участок конструкции не имел заметных дефектов и ослаблений, а также где вблизи не находились арматурные элементы. Места для измерения выбирались с помощью прибора для обнаружения металла. На выборочном контролируемом участке производилось не менее 15 ударов склерометра.

Для обнаружения и оценки глубины трещин в бетонных и железобетонных конструкциях используются известные в строительстве импульсные ультразвуковые приборы (рисунок 3). Применяют поверхностное прозвучивание. Расстояние между ультразвуковыми датчиками составляет 120-400 мм. О наличии трещины свидетельствует изменение времени распространения ультразвуковых колебаний на базе измерения. Для обнаружения трещин удобнее использовать приборы с датчиками на фиксированной базе и сухим контактом.

Применение системы мониторинга на мосту позволило оперативно контролировать состояние элементов его конструкции: напряжения в наиболее опасных зонах, а также смещения и прогибы, возникающие в результате влияния интенсивной транспортной нагрузки и внешних природно-климатических воздействий. Наличие индикаторных интервалов у датчиков позволяет системе мониторинга сигнализировать о достижении напряжениями допустимых значений, превышение которых может привести к остаточным деформациям и изменению геометрии моста [3].

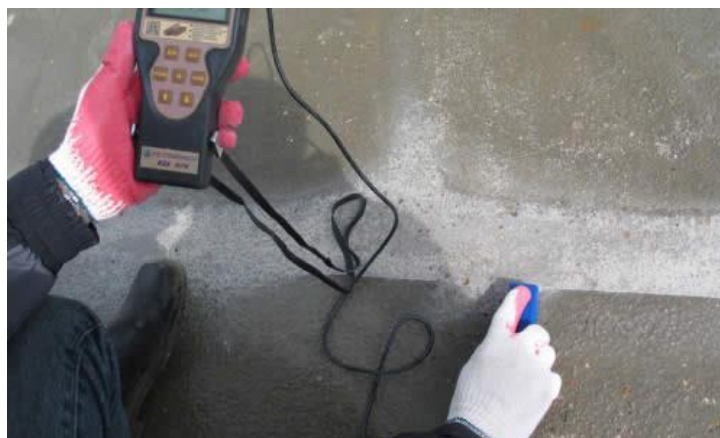


Рисунок 3 – импульсивный ультразвуковой прибор

В конечном итоге система мониторинга позволила отслеживать подробную динамику изменения нагрузок и воздействий, оценивать фактическое техническое состояние и произвести расчет остаточного ресурса моста в режиме реального времени, что обеспечивает его безопасную эксплуатацию.

Использование систем мониторинга как наиболее эффективный способ профилактики различных «болезней» мостов обеспечивает безопасность и надежность эксплуатации на весь период их долгого 100 - 150 летнего жизненного цикла.

А также, помимо внедренной системы мониторинга предложены следующие виды работ: планировка покрытия проезжей части; ремонт деформационных швов на всех опорах; увеличить высоту ограждений согласно требованиям норм; локальный ремонт гидроизоляции вдоль тротуаров; заделать проломы в тротуарных плитах; восстановление бетона защитного слоя в местах его сколов балок полимерно-цементным раствором; устранение просвечивания арматурного каркаса и продольных трещин балок всех пролетов; восстановление бетона защитного слоя в местах его сколов насадок опор полимерно-цементным раствором; устранение наклонных трещин опор. До выполнения ремонта ограничить скорость движения до 50 км/ч с установкой предупреждающих знаков.

#### **Список использованных источников**

1. ОДН 218.3-014-2011. Методика оценки технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах
2. ОДМ 218.4.002-2008. «Руководство по проведению мониторинга состояния эксплуатируемых мостовых сооружений»

---

3. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка проекта длительного приборного мониторинга эксплуатируемых мостов». М. МГУПС. 2004, 95 с.