

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА НА НОВЫХ МОСТАХ, ПОСТРОЕННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Сидорова Анастасия Юрьевна, магистрант 3-го курса
кафедры «Транспортное строительство»
Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А., г. Саратов
(Научный руководитель – Овчинников И.Г., док. тех. наук, профессор)*

Для контроля и предотвращения аварий мостовых сооружений необходим контроль их технического состояния.

При проектировании конструкции моста необходимо произвести расчеты с использованием конечно-элементных программных комплексов. При этом выполняются следующие виды расчетов, обеспечивающих надежность конструкции: расчет на прочность; расчет на устойчивость; частотный анализ; частотный отклик; ряд других статических и динамических расчетов.

Для полной оценки необходимо, прежде всего, установить условия, определяющие соответствие состояния моста эксплуатационным требованиям на момент обследования и с учетом перспективы развития движения.

Авторы статьи [2] считают, что при такой постановке вопроса указаний действующих нормативных документов явно недостаточно, так как они учитывают только дефектацию конструкций, в то время как необходимыми условиями являются:

- обеспечение требуемой грузоподъемности мостового сооружения;
- обеспечение приблизительно такой же, как и на основной дороге скорости движения основных видов транспортных средств по мосту и мостовому переходу;
- обеспечение безопасности движения по мосту и мостовому переходу;
- обеспечение требуемой долговечности элементов перехода, то есть надежности их во времени как по грузоподъемности, так и по условиям пропуска движения, а также и по условиям пропуска паводковых вод под мостом.

На сегодняшний день распространенным способом решения данной задачи является техническое обследование элементов конструкции моста. Согласно источнику [1] существует два вида мониторинга технического состояния объекта: периодический и непрерывный.

Периодически проводятся геодезические измерения и неразрушающий контроль (различными методами). Как правило, применяют неразрушающие методы контроля, но дополнительно возможно использование псевдо неразрушающих методов (с локальным нарушением защитного слоя бетона, взятием образцов материала в виде кернов или вырезкой), которые могут применяться в начале мониторинга.

Однако такой периодический контроль не может учесть фактическую историю действия нагрузок (период и амплитуду), которая является одним из основных критериев для определения остаточного ресурса.

Непрерывный мониторинг состояния (НМС) мостов - это система наблюдения за условиями работы и поведением мостовой конструкции, направленная на обеспечение сохранения его функциональных потребительских свойств в заданных пределах, осуществляемая на непрерывной, длительной основе с использованием измерительной аппаратуры и обеспечивающая предоставление информации о состоянии конструкции в реальном режиме времени [3].

Поэтому для достоверной оценки текущего и прогнозирования дальнейшего технического состояния моста, с целью заблаговременного предупреждения о тенденциях его изменения, необходима установка постоянно действующей системы (Рис. 1), способной не только заменить периодические обследования, но и повысить безопасность эксплуатации, другими словами – необходима установка комплексной системы мониторинга СМ). Непрерывный мониторинг организуется в 3 стадии. Первая стадия - разработка проекта системы мониторинга, вторая стадия - ввод в действие СМ, третья стадия - проведение мониторинга. При мониторинге используются технические средства со сроком службы не менее десяти лет при длительности мониторинга более 10 лет или сроком службы не менее длительности мониторинга с учетом замены неисправных и выработавших свой ресурс компонент.

Мониторинг мостов может проводиться по решениям приемочных комиссий, по требованиям проектных, эксплуатационных организаций и организаций, выполняющих работы по обследованию, а также в связи с выполнением научно-исследовательских и опытных работ, когда решение вопросов, связанных с эксплуатацией сооружения, не может быть получено только расчетным путем, по данным обследований и испытаний.

В случае применения полимерных композиционных материалов (ПКМ) есть ряд оснований для согласования непрерывного мониторинга, а именно: отсутствие норм проектирования с использованием этих материалов, недостаточное количество испытаний подобных конструкций, малый срок эксплуатации уже существующих объектов из полимерных композиционных материалов.

Также мониторинг желательно проводить в следующих случаях:

- применение полимерного композиционного материала при строительстве новых мостов и плановом ремонте;
- интеграция в эксплуатируемые мосты посредством приклеивания к несущей конструкции;
- применение полимерного композиционного материала для армирования высоконагруженных сводов подземных сооружений и мониторинга возникающих деформаций при осадке грунта;
- определение протечек грунтовых вод за счет контроля температуры конструкции;

- применение полимерного композиционного материала в конструкциях ответственных элементов и фундаментов энергетических комплексов;
- применение композиционного материала в качестве оболочки подземных и наземных трубопроводов и несущих арочных элементов.

Если принято решение о проведении мониторинга, то для большей надежности необходим, как непрерывный, так и периодический мониторинг технического состояния искусственного сооружения.

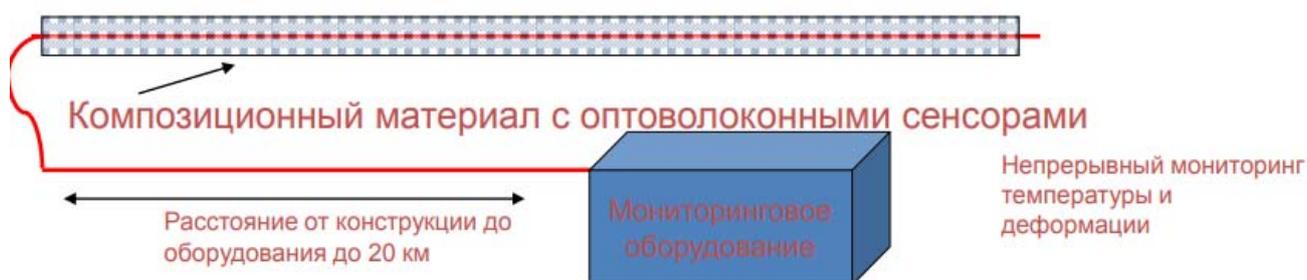


Рисунок 1 – Оптоволоконные системы мониторинга

Сотрудники Института интеллектуальных инфраструктур Дрексельского Университета (Drexel Intelligent Infrastructure Institute, Drexel University, Philadelphia) исследовали возможности измерения поведения с целью информационного управления мостами в реальном времени. Одна из таких управляющих систем установлена на автодорожном мосту «Коммодор Джон Бэрри» (Commodore John Barry Bridge) через р. Делавер возле Филадельфии. Русловое пролетное строение моста перекрывает пролеты 250, 500 и 250м (Рис. 2).

Система сбора данных управляется, синхронизируется и объединяется программным обеспечением, разработанным на базе «Labview» фирмы National Instruments (США). Сбор информации о ветре, температуре, радиации и влажности производится с помощью измерительной системы «555С» фирмы «Handar» (Финляндия), для опроса используется система сбора данных «CR10X» фирмы «Campbell» (США). Видеокамеры управляются системой «EVI» фирмы Sony (Япония). Весьма объемный поток данных от датчиков перемещений и ускорений, полученных за короткие отрезки времени принимается системой сбора данных «Optim» фирмы «Megadac» (США). В этой системе оператор может подключиться к управлению в любой момент.

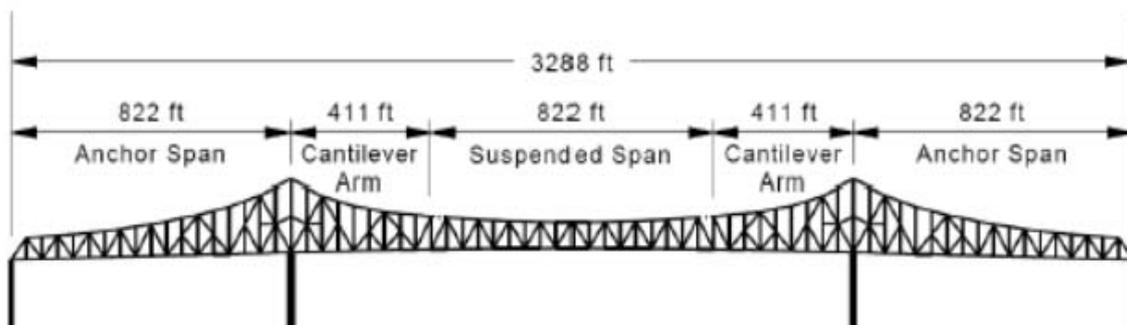


Рисунок 2 – Схема моста «Коммодор Джон Бэрри» [3]

Одним из примеров внедрения системы мониторинга на мостовых конструкциях в России является система на мосту через реку Белая, расположенного на автомобильной дороге "Западный обход г. Уфы" и построенного в 2000 году (Рис. 3). Мост выполнен по индивидуальному проекту: является металлическим, балочным, неразрезным, имеет длину около 720 м, установлен на 8 опорах, состоит из 69 секций.



Рисунок 3 – Общий вид моста

Основной причиной необходимости установки системы мониторинга на данном объекте было выявление просадки опор по результатам проведенного технического обследования и, как следствие, значительное отклонение геодезической кривой пролетного строения от сдаточной.

В будущем создаваемые системы непрерывного мониторинга состояния сооружений могут получать со спутников, самолетов и наземных баз изображения и данные о погоде, грузонапряженности, дорожной ситуации и реакции сооружения на эти воздействия, смогут обобщать и предоставлять в графическом виде данные для рассмотрения их координаторами в режиме

реального времени, с целью более эффективного управления человеческими и материальными ресурсами, противодействия внешним воздействиям. Системы непрерывного мониторинга состояния транспортных сооружений могут быть подключены к объединенным информационным системам, которые позволят должностным лицам и инженерам анализировать накопленные и только что полученные данные для более полного анализа ситуации.

В России уже начали использовать системы автоматизированного управления дорожным движением (АСУДД). К данным системам мониторинга подключили 28 улиц и проспектов в Санкт-Петербурге и полностью оснастили платную трассу М-11 «Москва – Санкт-Петербург». Управление системами осуществляется из центра управления дорожным движением. Системы автоматизированного управления дорожным движением выполняют управляющие и информационные функции, основными из которых являются:

- управление транспортными потоками;
- обеспечение транспортной информацией;
- управление безопасностью и управления в особых ситуациях.

Подобные системы также помогут управлять состоянием построенных искусственных сооружений путем регулирования транспортного потока, исключая перегрузки несущих конструкций.

Таким образом система мониторинга позволяет:

- 1) снизить затраты при эксплуатации мостовых сооружений, т.к. после установки системы мониторинга не требуется проведения периодических обследований;
- 2) повысить условия безопасного движения по мосту вследствие непрерывного мониторинга и возможности мгновенного оповещения сотрудников службы эксплуатации моста и служб быстрого реагирования о возможном возникновении потенциально опасной ситуации;
- 3) использовать новейшие современные строительные материалы с малым опытом их применения.

Безусловно, эффективность системы тем выше, чем раньше на этапе эксплуатации объекта она была установлена.

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.

Литература:

1. ОДМ 218.4.002-2008. «Руководство по проведению мониторинга состояния эксплуатируемых мостовых сооружений».
2. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Нигаматова О.И., Михалдыкин Е.С. Прочностной мониторинг мостовых сооружений и особенности его применения. Часть 1. Международный и отечественный опыт применения мониторинга // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», Том 1, No1 (2014) <http://t-s.today/PDF/01TS114.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/01TS114

3. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Нигаматова О.И., Михалдыкин Е.С. Прочностной мониторинг мостовых сооружений и особенности его применения. Часть 2. Непрерывный мониторинг состояния мостовых сооружений // Транспортные сооружения, Том 1, №2 (2014) <http://t-s.today/PDF/01TS214.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/01TS214