УДК 624.21

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ МОСТА ЧЕРЕЗ РЕКУ НЕМАН

***Потреба Вероника Георгиевна**, ассистент кафедры «Мосты и тоннели»*
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
potrebaveronika@gmail.com
***Гречухин Владимир Александрович**, канд. техн. наук, доцент,*
заведующий кафедры «Мосты и тоннели»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
vag_ftk@bntu.by

Объектом исследования является пролетное строение моста через реку Неман. Цель – непрерывный мониторинг НДС пролетного строения в режиме эксплуатации, а также демонстрация возможности непрерывной записи на удаленный сервер. Выявление пиковых значений напряжений от транспортных средств.
Ключевые слова: датчики, мониторинг, система сбора информации, напряженно-деформированное состояние, пролетное строение.

Объектом исследования является неразрезное сталежелезобетонное пролетное строение моста, который расположен через реку Неман на 264,614 километре автомобильной дороги М-6, соединяющей Минск и Гродно, а также границу с Республикой Польша (Брузги).

В ходе исследования осуществлялся непрерывный мониторинг моста, используя систему удаленного доступа, что позволяет получать актуальные данные о его состоянии в режиме реального времени. Основная цель исследований заключается в осуществлении непрерывного мониторинга напряженно-деформированного состояния данного пролетного строения моста в процессе его эксплуатации и демонстрация возможности непрерывной записи полученной информации на удаленный сервер, который находится в городе Минске. Это дает возможность анализировать данные и делать выводы о состоянии моста и его устойчивости.

Непрерывная запись динамики работы пролетного строения осуществлялась в процессе его эксплуатации, при этом фиксировались пиковые значения напряжений, возникающих под воздействием реальных транспортных средств. Это позволяет контролировать напряженно-деформированное состояние конструкции, анализируя информацию,

полученную с помощью системы мониторинга, установленной в пролетном строении моста.

Для мониторинга устанавливали датчики в наиболее нагруженных сечениях, которые подвержены максимальным нагрузкам в процессе эксплуатации. Для определения таких сечений, а также контрольных точек, в которых впоследствии были установлены датчики для измерения фибровых напряжений, были проведены расчеты неразрезного сталежелезобетонного пролетного строения моста.

Общие сведения о сооружении:

- Тип искусственного сооружения – большой автодорожный мост со сталежелезобетонным неразрезным пролетным строением на двухстолбчатых промежуточных и свайных крайних опорах
- Формула сооружения – 63+84+63+33 м;
- Длина моста - 247,6 м;
- Грузоподъемность по проекту строительства – А14 и НК-112;
- Габарит мостового полотна – Г-11,0+2х0,75.

Расчет был выполнен с целью определения напряжений в наиболее загруженных сечениях сталежелезобетонного пролетного строения под воздействием постоянных и временных автомобильных нагрузок, которые действуют на мост. При этом предположительно воздействие этих нагрузок не превышает тех значений, которые регламентируются Техническим кодексом правил (ТКП) 45-3.03-232-2011.

Исследование включает в себя анализ таких параметров, как температура, влажность, а также динамика движения транспортных средств по мосту. Все эти аспекты являются важными для обеспечения безопасности и долговечности мостового сооружения.

Схема монтажа датчиков при помощи комплекта крепления в пролетном строении моста приведена на рисунке 1.

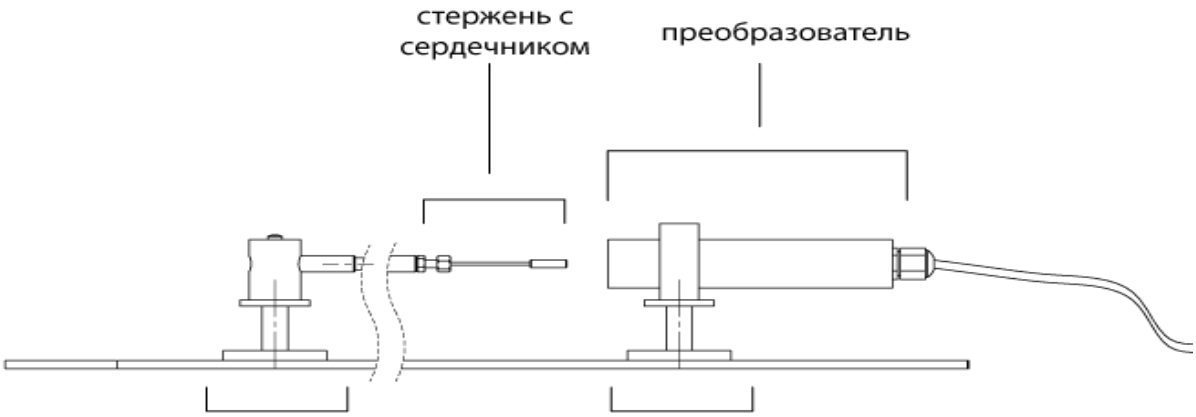

Рисунок 1 – Схема монтажа датчиков при помощи комплекта крепления в пролетном строении моста

Установка датчиков выполнена на нижней грани верхних поясов главных балок в сечениях, подверженных воздействию отрицательных изгибающих моментов, и на верхней грани нижних поясов главных балок в сечениях, подверженных воздействию положительных изгибающих моментов. Датчики контроля перемещений в пролетном строении установлены при помощи шпилек закрепленных на поверхности поясов главных балок контактной сваркой. На шпильки установлены антапки с датчиками.

Для установки на пролетном строении использовалось два вида датчиков открытого типа и закрытого. Подключение датчиков и блоков сбора данных БСД, к блоку ППК «Bridge Controller” было выполнено в соответствии с проектной документацией, разработанной на стадии изготовления системы мониторинга.

Далее информация с блоков сбора данных поступала на приемно-контрольный блок ППК и через модем с GSM антенной передается на сервер, находящийся в г.Минске. В приемно-контрольном блоке «Bridge Controller» размещен дисплей для визуализации приема и передачи информации от датчиков.

Питание всей системы осуществляется от системы освещения мостового полотна. В окне показаний (Рис. 2) представлены контрольные сечения и места установки датчиков.

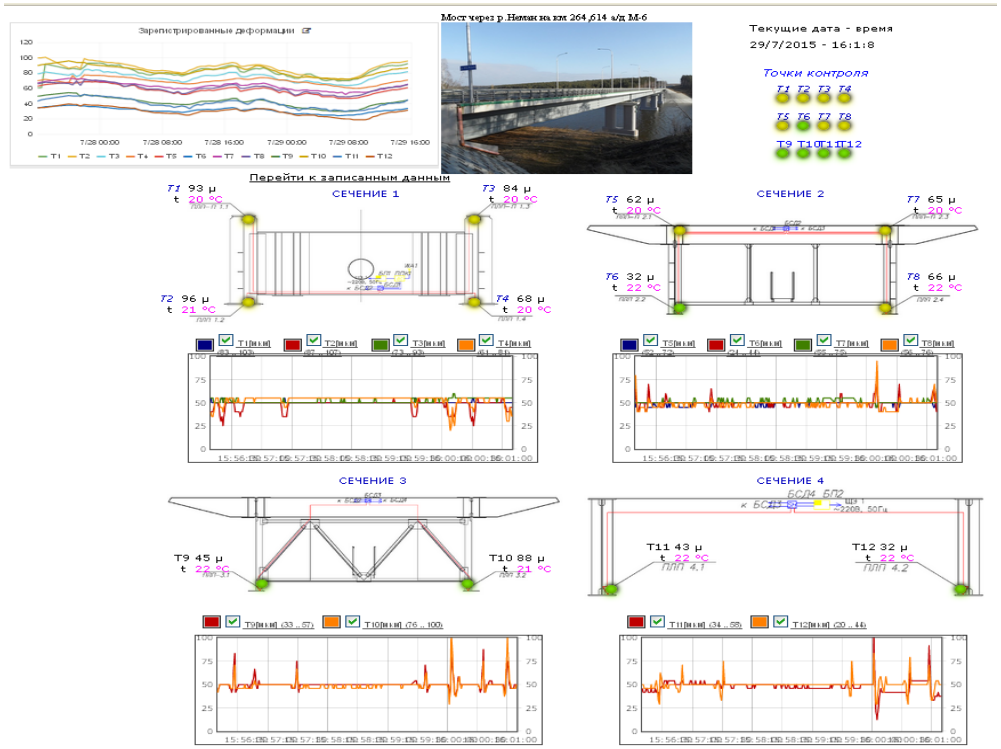

Рисунок 2 – Окно показаний в реальном времени

Оценку динамики изменения механических напряжений в контролируемых точках и сечениях можно проводить, используя режим реального времени, а так же проводя анализ записанных данных за определенный период времени. Для анализа полученных данных их сравнивают с результатами, полученными при расчете неразрезного сталежелезобетонного пролетного строения моста.

Датчики в пролетном строении, установлены с базой 0,2 м. Таким образом, зная базу установки датчиков, их показания в мкм, а также расчетные напряжения и относительные деформации в контрольных точках, полученные данные пересчитываются в МПа для каждой контролируемой точки.

Обработка и хранение результатов контроля напряжений.

Накопление и сохранение поступающих данных о напряженно-деформированном состоянии конструкций пролетного строения выполняется в следующем режиме:

- секундные данные сохраняются в течении последних 8 часов;
- 1 минутные данные сохраняются в течении последних 48 часов;
- 30 минутные данные сохраняются в течении последних 30 дней;
- 3 часовые данные сохраняются в течении последних 5 лет.

Обработка накопленной информации осуществляется по мере поступления с помощью программного обеспечения системы мониторинга в процессе рабочей эксплуатации, а также при разработке маршрута пропуска тяжеловесных и сверхнормативных нагрузок, при плановых обследованиях сооружения. Полученную информацию о напряженно-деформированном состоянии контролируемых конструкций можно отображать в графическом виде и в табличной форме на любом ПК имеющем связь с интернет сервером.

Анализ данных, полученных при помощи системы мониторинга, с момента ее запуска показал значительное влияние температуры окружающей среды на изменение напряжений в контролируемых сечениях. Данные напряжения возникают при температурном расширении или сжатии материала, из которого изготовлено пролетное строение.

Во время мониторинга за поведением пролетного строения при пропуске транспортного потока было отмечено, что при проезде транспортных средств напряжения в контролируемых сечениях нарастают, не снижаясь после проезда автомобиля. Снижение напряжений происходит при проезде следующего транспортного средства. Также были отмечены периоды, когда после возрастания напряжений последующее снижение происходило через несколько дней.

Возможной причиной скачкообразного повышения и снижения напряжений в контролируемых сечениях является незначительное заклинивание опорных частей, что может быть вызвано коррозией подвижных элементов либо отсутствием смазки.

В остальном, анализ результатов контроля показал, что изменение напряженно-деформированного состояния пролетного строения в контролируемых сечениях при проезде транспортных средств по сооружению в составе транспортного потока проходит без резких скачков, и не превышают значений, полученных расчетным путем.

Существенных отклонений и «всплесков» напряжений и деформаций не выявлено, что свидетельствует о нормальной работе сооружения при эксплуатационных нагрузках.

Таким образом, непрерывный мониторинг неразрезного сталежелезобетонного пролетного строения моста является важным шагом в обеспечении безопасности дорожного движения и сохранении инфраструктуры. Данные, полученные в ходе исследования, помогут не только в оценке состояния данного конкретного моста, но и в разработке

рекомендаций для других подобных сооружений, что в конечном итоге приведет к улучшению качества транспортной инфраструктуры в целом.

Литература:

1. Технический отчет по результатам мониторинга НДС неразрезного сталежелезобетонного пролетного строения моста через реку Неман на км. 264, 614 автомобильной дороги М-6 Минск-Гродно-граница Республики Польша(Брузги):Гос. Предприятие «БелдорНИИ»;исполн.: Д.А.Тромпель, О.М.Вайтович – Минск 2015. -46с.