

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА МОСТОВОГО СООРУЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО МОСТА УРАЙДЖА, САУДОВСКАЯ АРАВИЯ

*Буянов Тимофей Олегович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

Мониторинг – это систематическое или периодическое слежение (наблюдение) за деформационно-напряжённым состоянием конструкций, обнаруживающее развитие повреждений и дающее характеристику сооружению о пригодности к его дальнейшей эксплуатации. Результаты измерений дают представление об изменениях геометрических свойств материалов и позволяют анализировать состояние конструкции с течением времени.

Железнодорожный мост в Саудовской Аравии обследовался в течение 80 часов для оценки его состояния. Основная цель состояла в том, чтобы получить измерения до, во время и после пересечения моста поездами. Полученные результаты позволили диагностически убедиться в том, что сооружение сохраняет свою целостность в процессе эксплуатации.



Рисунок 1 – Виадук Урайджа в Саудовской Аравии

Аравийскую пустыню пересекают реки, которых на самом деле там нет. Так называемые вади, сухие русла рек, которые наполняются водой только в сезон дождей. Виадук Урайджа является одним из таких мостов, пересекающих вади в Королевстве Саудовская Аравия. Он расположен в центральной части

пустыни Саудовской Аравии в районе Хаил, недалеко от небольшого городка Урайджа, примерно в 565 км к северо-западу от столицы Эр-Рияда.

Виадук состоит из семи пролетов с четырьмя преднапряженными железобетонными балками в поперечном сечении. Мост был построен в 2013 г., а исполнительные чертежи датированы январем 2014 г. В рамках данного исследования был тщательно изучен участок между опорами 4 (P 4) и опорами 5 (P 5).

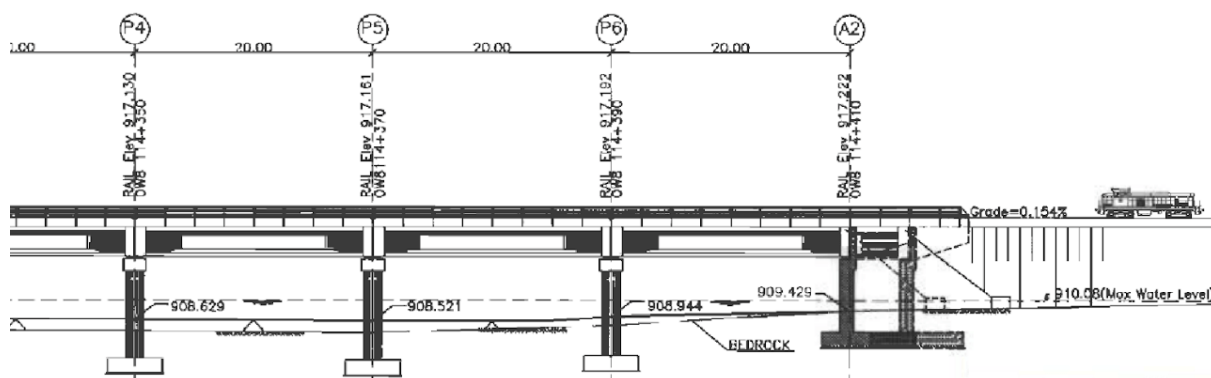


Рисунок 2 – Фасад моста

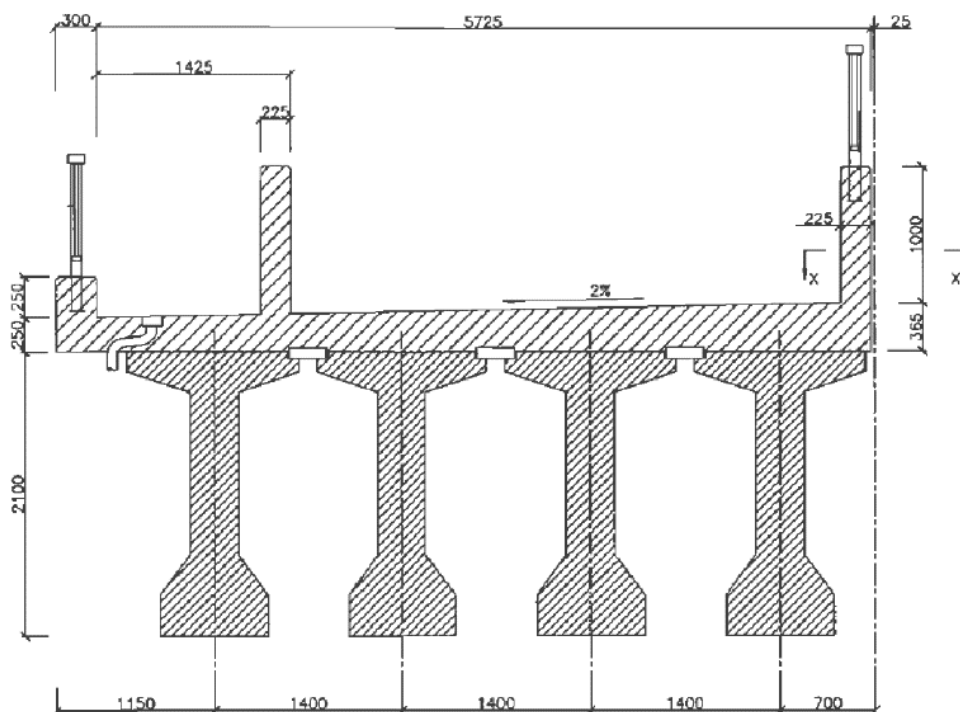


Рисунок 3 – Поперечный разрез моста

В ходе мониторинга были установлены акселерометры MEMS, проводящие измерение вибрации и ударных ускорений (внезапное возбуждение структуры, создающее резонанс). Данные акселерометры характеризуются чрезвычайно низким уровнем шума, что необходимо для измерения малых

вибраций. Для качественного проведения обследования важно обнаруживать даже небольшие изменения частоты вибрации.



Рисунок 4 – Акселерометр, установленный на балках моста

Также устанавливались наклонометры для измерения углов крена относительно осей X и Y, при этом ось Z расположена вертикально. Наклон по двум осям измеряется 2-осевым MEMS-датчиком наклона внутри устройства. Аналого-цифровое преобразование выполняется внутри устройства, устраняя любые помехи, возникающие в аналоговых кабелях.



Рисунок 5 – Наклономер, установленный на балке моста

Деформации измерялись с помощью тензометрического датчика с болтами для крепления к низу балок пролетного строения.

Все устройства мониторинга были последовательно соединены одним кабелем САТ6. Этот единственный кабель обеспечивает питание, данные и синхронизацию устройств для сбора данных. Данные передаются на встроенный компьютер для регистрации их, на котором установлено программное обеспечение DewesoftX. Программное обеспечение может отображать записи в режиме реального времени, сохранять данные и анализировать файлы данных.



Рисунок 6 – Тензометрические датчики, установленные внизу балки пролетного строения



Рисунок 7 – Блок сбора данных в корпусе IP67 с программным обеспечением DewesoftX

Программное обеспечение для мониторинга необходимо, чтобы:

1. получать сигналы от всех датчиков,
2. выполнять визуализацию в реальном времени,
3. сигнализировать об аномальных стадиях,
4. хранить данные,
5. конвертировать/сохранять данные на сервер базы данных для дальнейшей обработки.

Датчики устанавливаются не только во время плановых обследований, но и в момент ввода сооружения в эксплуатацию для наблюдения на протяжении всего срока работы мостовой конструкции.

Таким образом основные задачи систем мониторинга заключаются в:

1) снижении затрат при эксплуатации мостовых конструкций, т.к. после установки системы мониторинга не требуется проведения периодических обследований;

2) повышении условий 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.

Литература:

1. «Мониторинг состояния железнодорожного виадука» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dewesoft.com/case-studies/structural-health-monitoring-of-the-railway-viaduct>. – Дата доступа 13.04.2022;
2. «Мониторинг мостов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://smis-expert.com/blog/monitoring-mostov>. – Дата доступа 13.04.2022.