

Применение в системах мониторинга состояния эксплуатируемых мостов тензодатчиков, установленных в ортотропных плитах

Д.И. Рыжов, инж., ООО «Т.К.М.», Москва

Аннотация

Сопоставляются действительная работа ортотропной плиты проезжей части автодорожного моста, полученная по результатам показаний тензодатчиков системы мониторинга, и результаты расчета, полученные при использовании различных расчетных схем.

Ключевые слова

Мост, напряжение, ортотропная плита, расчетная схема, система мониторинга, тензодатчик

Abstract

The article compares actual activity of the orthotropic floor slab acquired according to the data received from strain gauges of monitoring systems and the calculation data obtained by using various calculation models.

Keywords

Bridge, calculation model, monitoring system, orthotropic plate, strain, tensiometer

С развитием информационных технологий, совершенствованием измерительной техники становится возможным создание систем непрерывного мониторинга состояния эксплуатируемых мостов. Под таким мониторингом понимается систематическое наблюдение за работой сооружения в эксплуатационных условиях в течение длительного промежутка времени с применением специальных технических средств, размещаемых на конструкциях. Одна из задач непрерывного мониторинга — отслеживание транспортного потока на трассах, что актуально в связи с увеличением в последние годы грузопотока и общей массы грузовых транспортных средств.

Начиная с декабря 2005 г., на автодорожном мосту через р. Мацесту, расположенном на федеральной автомобильной дороге Джубга — Сочи, функционирует система непрерывного мониторинга состояния моста.

В 2008 г. были установлены восемь тензодатчиков (рис. 1) для измерения напряжений в ортотропной плите [1] пролетного строения. Датчики расположены в одном поперечном сечении, находятся в середине пролета продольных ребер (между поперечными балками).

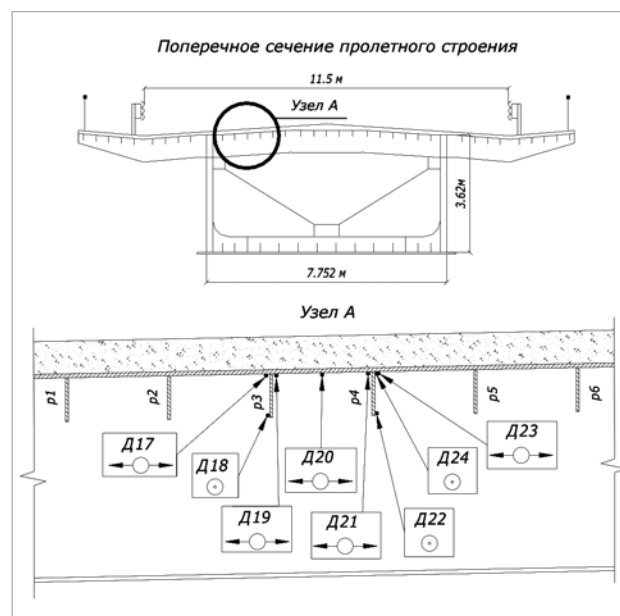


Рис. 1. Размещение датчиков на элементах ортотропной плиты

Расположение датчиков на участке между ребрами $p3$ и $p4$ выбрано с учетом того, что одно колесо при движении транспортного средства с большой долей вероятности размещается на участке между ребрами $p2$ и $p5$. Датчики Д18, Д22, Д24 регистрируют продольные нормальные напряжения в продольных ребрах, датчики Д17, Д19, Д20, Д21, Д23 — поперечные нормальные напряжения в покрывающем листе.

Для получения теоретических напряжений в интересующих элементах ортотропной плиты составили две расчетные стержневые схемы. Каждая такая схема ограничена вдоль пролетного строения семью пролетами продольных ребер. Шаг поперечных балок 3 м. Шаг продольных ребер 0,35 м. Покрывающий лист был представлен в виде сетки размером 0,1 м в продольном направлении и 0,0875 м — в поперечном. Включение одежды ездового полотна в работу с ортотропной плитой не учитывалось.

В первой расчетной схеме (рис. 2) ортотропная плита представляется в виде балочного ростверка (все элементы лежат в одной горизонтальной плоскости), который опирается на опоры по концам поперечных балок. Расчетные се-

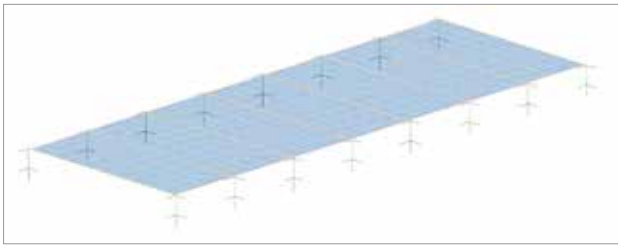


Рис. 2. Расчетная стержневая схема №1

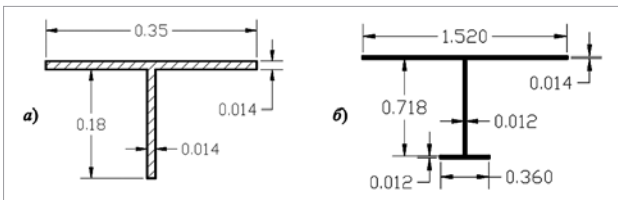


Рис. 3. Расчетные сечения: а — продольное ребро; б — поперечная балка

чения стержневых элементов представлены на рис. 3 (размеры даны в метрах).

Во второй расчетной схеме ортотропная плита представляется в виде пространственной стержневой расчетной схемы. Покрывающий лист моделируется стержневой моделью пластины [3], плоские продольные ребра — продольными стержнями, расположенными в уровне центра тяжести ребер (посередине их высоты). Поперечные балки, включающие вертикальные стенки и нижние пояса, моделируются поперечными стержнями, расположенными в центре тяжести сечений. Плита соединяется с продольными ребрами и поперечными балками с помощью жестких вставок. Закрепление аналогично первой схеме.

Расчеты выполнены в программном комплексе расчета пространственных стержневых систем GERWIN (автор И. Ш. Гершуни).

В результате расчета получены поверхности влияния интересующих факторов (изгибающий момент, нормальная сила) в нужных элементах. Фрагмент поверхности влияния

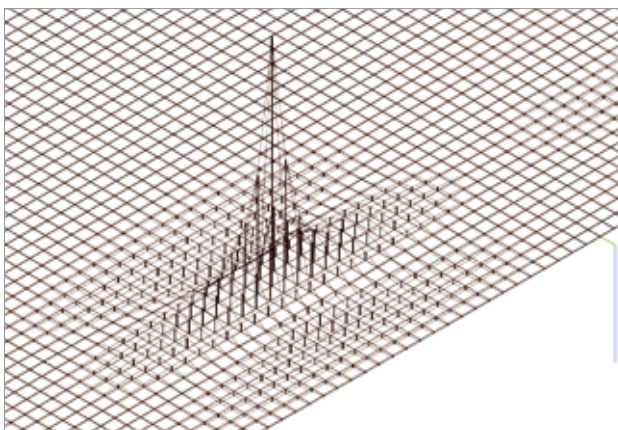


Рис. 4. Фрагмент поверхности влияния изгибающего момента для элемента в середине покрывающего листа между ребрами r_3 и r_4

изгибающего момента для элемента в середине покрывающего листа между ребрами r_3 и r_4 приведен на рис. 4.

Поверхности влияния загружались временными подвижными нагрузками в виде одиночных транспортных средств двух типов:

- 1) грузовым трехосным автомобилем общей массой 24 т [2], схема нагрузок на оси 6×9×9 т (рис. 5, а);
- 2) легковым двухосным автомобилем общей массой 2 т, схема нагрузок на оси 1×1 т (рис. 5, б).

Для выявления распределения нормальных напряжений в элементах ортотропной плиты в зависимости от положения временной подвижной нагрузки по ширине полосы движения проезжей части выполнялась «прогонка» оди-

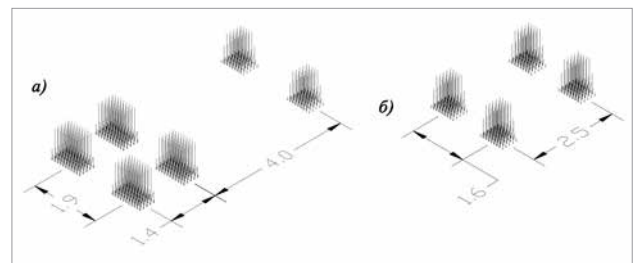


Рис. 5. Временные подвижные нагрузки

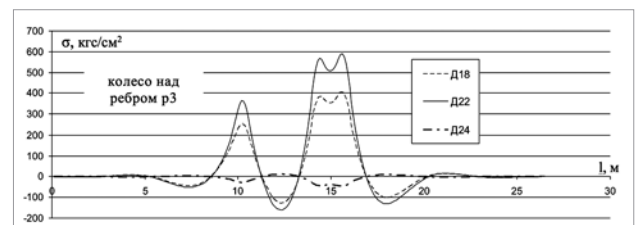


Рис. 6. Зависимости напряжений от расстояния, полученные расчетом от грузового трехосного автомобиля, для датчиков Д18, Д22, Д24

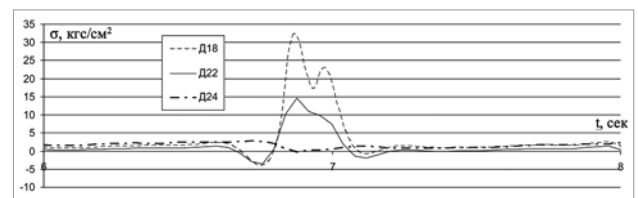


Рис. 7. Зависимости напряжений от расстояния, полученные расчетом от легкового двухосного автомобиля, для датчиков Д18, Д22, Д24

ночных транспортных средств вдоль пролетного строения в трех положениях:

- ось колеса располагалась над ребром r_3 ;
- то же между r_3 и r_4 ;
- то же над ребром r_4 .

Обе использованные стержневые схемы показали при расчетах близкие результаты. Отличия по напряжениям составили не более 10%.

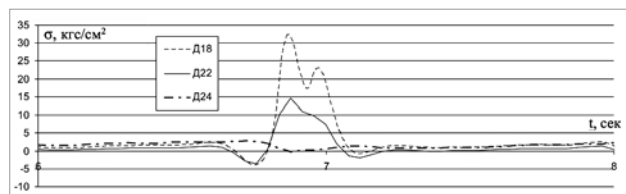


Рис. 8. Зависимости напряжений от времени, зафиксированные датчиками Д18, Д22, Д24 системы мониторинга. Пример прохождения «легкой» нагрузки

Некоторые из полученных в результате расчета графики зависимостей напряжений от положения автомобиля показаны на рис. 6 (для грузового трехосного автомобиля) и на рис. 8 (для легкового двухосного автомобиля). Примеры зависимостей экспериментальных напряжений от времени при скорости автомобилей 15 м/с показаны на рис. 7, 9. Положительное значение нормальных напряжений соответствует растягивающим напряжениям.

Сравнение графиков свидетельствует, что характер изменения нормальных напряжений, получаемых по стержневым расчетным схемам, хорошо согласуется с результатами мониторинга, проводимого на мосту. Массы автомобилей, фиксируемых тензодатчиками, неизвестны, поэтому сравнение абсолютных величин напряжений, полученных расчетом и экспериментально, затруднительно.

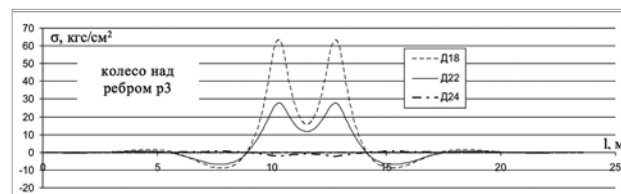


Рис. 9. Зависимости напряжений от времени, зафиксированные датчиками Д18, Д22, Д24 системы мониторинга. Пример прохождения «легкой» нагрузки

Исходя из полученных результатов расчетов и мониторинга, можно сделать вывод, что применение в системах мониторинга тензодатчиков, установленных в элементах ортотропной плиты, позволит оценивать проходящие по мосту автомобильные нагрузки и получать такие их параметры, как число осей в экипаже, нагрузка на каждую ось, общая масса транспортного средства.

Литература

1. Проектирование мостов и труб. Металлические мосты / Г. И. Богданов [и др.]. — М.: Маршрут, 2005.
2. ОДН 218.0.032–2003 Временное руководство по определению грузоподъемности мостовых сооружений на автомобильных дорогах.
3. Ржаницын А.Р. Строительная механика. — М.: Высшая школа, 1982. — 400 с.

Для связи с автором:

Дмитрий Иванович Рыжов, 8–905–541–18–46, ryzhov_di@mail.ru

НОВОСТИ

Пробок на МКАД можно избежать

Строительство направленных съездов, которое сейчас ведет Стройкомплекс Москвы в рамках реконструкции клеверных развязок на МКАД, — одно из эффективных решений по увеличению пропускной способности кольцевой автодороги, считает начальник аналитического отдела экспертного центра Probok.net Андрей Мухортиков. «Направленные съезды нужны, чтобы повысить пропускную способность развязок, а боковые проезды — чтобы все съезды и заезды на развязку не мешали основному потоку, движущемуся по магистрали, — пояснил он. Все эти мероприятия предусмотрены в разрабатываемом Стройкомплексом проекте планировки МКАД».

В прошлом году осуществлена реконструкция развязки со строительством направленных эстакад на пересечении Ленинградского шоссе и МКАД.

Движение по развязке, реконструированной фактически за год с небольшим, в конце декабря 2012 г. открыл мэр Москвы Сергей Собянин. На этом участке были построены левоворотная эстакада протяженностью 1,8 км по направлению МКАД-запад в сторону Рублевского шоссе и правоворотная — длиной 0,3 км со съездом на МКАД-восток. Кроме того, реконструированы правопо-



воротный съезд на внутреннюю сторону МКАД, съезд при движении из области на внутреннюю сторону кольцевой автодороги и разворотный съезд под путепроводом Ленинградского шоссе.

Еще четыре подобных развязки на МКАД находятся в строительстве: это пересечение с Дмитровским шоссе, с улицей Подольских Курсантов, а также со строящейся дорогой Москва — Санкт-Петербург и платной дорогой, которая пойдет в обход Одинцово.

В первую очередь реконструкция клеверных развязок планируется на юге Москвы — это пересечения МКАД с Мичуринским и Ленинским проспектами, с Каширским шоссе, и на Волгоградском проспекте.

Источник: <http://stroj.mos.ru>