

Ю. В. НОВАК,

к. т. н., заместитель генерального директора АО «ЦНИИС» по научной работе,
член ТК 465 и ТК 418

«СТОП-МОСТОПАД» — НАША СОВРЕМЕННАЯ ЗАДАЧА

«Мостопад» — страшное слово для всех, но особенно, конечно же, для мостовиков. Коллеги по другим направлениям строительного комплекса издавна причисляют их к отраслевой элите, что подразумевает неизменно высокий профессионализм и повышенную ответственность. Однако в прошлом году в России наблюдалось явление, получившее название «тотальный мостопад». Специалисты при этом считают, что вопрос здесь не в случайной совокупности совпадений. Что же произошло? И какими могут быть пути выхода из сложившейся критической ситуации?



Мониторинг «Парящего» моста в Зарядье, Москва



Мониторинг строящегося моста в г. Самаре

ВЧЕРА И СЕГОДНЯ

Для того чтобы понять причины, следует вспомнить историю, в том числе совсем недалекую.

В начале XX века Россия славилась учеными-мостовиками мирового уровня, такими как Д.И. Журавский, Л.Д. Проскураков, Е.О. Патон, В.Г. Шухов, Н.М. Тихомиров. Позднее, уже в послевоенные годы, в СССР была создана полностью своя научная база вполне современного мостостроения. Гигантская работа по восстановлению разрушенных мостов после Великой Отечественной войны позволила накопить огромный опыт, создать мощные специализированные организации — «мостоотряды», «мостопоезда», «мостострой» и «мостотресты». Проектные и научно-исследовательские институты обеспечили надежный «тыл» мостостроителям в виде типовых проектов, проектов массового применения, строительных норм и правил, ведомственных норм и многочисленных рекомендаций.

Все это слаженно работало вплоть до середины 2000-х гг. Искусственные сооружения КАДа Санкт-Петербурга и МКАДа, вантовые мосты во Владивостоке и еще нескольких городах, много других уникальных внеклассных объектов — это наши явные достижения, которыми можно и нужно гордиться.

Однако массовое строительство малых и средних мостов за 90-е гг. приобрело негативные черты. Мощностей ведущих предприятий, производящих продукцию для стального и железобетонного мостостроения, не хватало. Так появилась идея, что любой небольшой завод может легко выпускать и мостовые конструкции. Увы, настоящее показывает, что это было заблуждением, стратегической ошибкой, за которую во многом мы сейчас и расплачиваемся.

Напомним, что задача строительства и эксплуатации моста складывается из следующих принципиальных позиций:

- разработка концепции (архитектурное решение);
- проект и утверждение его в экспертизе (стадия «проект», ПОС);
- разработка рабочего проекта (РД, ППР);
- выбор строителей и субподрядчиков (разработка регламентов),
- строительный контроль (авторский надзор);
- научно-техническое сопровождение проекта и СМР;
- мониторинг (стадия строительства и эксплуатации);
- приемочные испытания, разработка паспорта моста;
- содержание (эксплуатация), ремонты и реконструкция.

В сложившейся ситуации следует уделить повышенное внимание качеству выполнения работ на всех перечисленных этапах. С развитием BIM-технологий и со сквозной цифровизацией строительного производства контроль на каждой стадии СМР, конечно, должен осуществляться аппаратными средствами.

ОПЫТ СОВРЕМЕННОГО МОНИТОРИНГА

АО «ЦНИИС» обладает уникальным опытом проведения мониторинга на внеклассных мостах и знаковых объектах ПГС. За последние пять лет он был успешно осуществлен, в частности, на Русском мосту во Владивостоке, Киевском метромосту, Фрунзенском мосту в Самаре, Парящем мосту в столичном парке «Зарядье», мосту через р. Москву на ЦКАДе, эстакаде в аэропорту Домодедово.

Анализ многолетней работы позволяет нашим специалистам сделать важный вывод о необходимости устройства систем мониторинга на всех

мостовых сооружениях федеральных трасс. Для малых и средних мостов на сегодняшний день нами совместно с ООО «БАУ-Мониторинг» и ИФЗ им. О.Ю. Шмидта РАН уже разработано соответствующее решение. Суть заключается в установке на пролетном строении минимальной системы датчиков, которые в непрерывном режиме (режим светофора) информируют о состоянии несущих конструкций. По аналогичному принципу мониторинг осуществляется, например, в Праге уже с 1936 (!) года.

В современном своем виде, однако, такого рода системы стали возможными сравнительно недавно. На сегодняшний день имеется емкость общедоступных носителей информации, быстродействие процессоров — и, как следствие, доступная цена канала.

В связи с вводом в действие СП 274.1325800.2016 «Мосты. Мониторинг технического состояния» появилась нормативная база для создания таких систем не только для больших и внеклассных мостов, но и для всех других. Именно по средним и малым мостам последние события показали ужасную статистику, когда за полгода один за другим рухнуло несколько сооружений. Этого можно было избежать при наличии систем объективного мониторинга.

Как пример, в табл. 1 показаны результаты мониторинга железобетонного пролетного моста индивидуальной проектировки.

Как следует из обработанных данных компьютерного анализа, частота 1 формы изгибных колебаний пролетных строений практически равна расчетным значениям. Это говорит о высокой надежности пролетного строения и адекватности фактической работы балок расчетным предпосылкам. Некоторое исключение составляет крайняя балка пролета №1.

Таблица 1.
Динамические характеристики пролетного строения

№	Пролетное строение	Опытная частота, Гц	Теория: частота, Гц	Максимальная амплитуда сигнала, м/с ²	Декремент затухания, δ	Примечание	Динамический коэффициент 1+μ
1	2	3	4	5	5	6	7
1	L=22 м Скорость а/м 5 км/ч без порожа	4,487	4,58	0,11	0,24	Снижение жесткости на 1%	1,08



Размещение тензодатчиков на перекатном устройстве

В ней зафиксирован малый дефицит жесткости, составлявший на декабрь 2017 года всего 1%. Конечно, эта величина находится на пределе точности расчетов и измерений, но следует отметить, что собственная частота первого тона колебаний пролета №1 определялась фактически 5 (!) раз — при проходе одиночной машины с порожками и без, со скоростью 5 и 20 км/ч, а также при свободном движении транспортного потока. Величина декрементов затухания, определенная экспериментально, для главной формы колебаний (изгибная) для всех балок, на которых были проведены испытания, составляет 0,24–0,3 и вполне обеспечивает нормальную работу сооруже-



Мониторинг строящегося моста ЦКАД через р. Москву

ния (по нормам — 0,3). Динамический коэффициент, равный 1,01–1,24, находится в пределах установленного в СП35.13330.2011 (1,3).

Амплитудный анализ показал, что максимальные значения ускорений пролетного строения не превышают 0,05G, что создает комфортные условия проезда автомашин.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

На сегодняшний день АО «ЦНИИС» готово представить развернутые материалы по системам мониторинга инженерных конструкций (СМиК) для мостов, находящихся в ведении таких федеральных структур, как Минтранс РФ, Росавтодор, ГК «Автодор».

Также хочется отметить, что систематизация информации о разрушениях, изучение причин их появления, доведение этой информации до специалистов, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией транспортных сооружений, позволят уменьшить количество аварий, снизить тяжесть их последствий.

Решение накопившихся проблем нельзя «откладывать в долгий ящик». В целом необходимо начать систематизацию усилий по обеспечению комплексной безопасности транспортных сооружений, для чего следует приступить к созданию специальных научных школ и коллективов, одной из прямых задач которых будет предотвращение наступления аварийных ситуаций.

Нужно продолжать развитие информационных технологий, а именно: разработку банков данных по механическим характеристикам материалов, моделям воздействия агрессивных эксплуатационных сред, моделям нагружения сооружений, моделям деформирования материалов и конструкций, моделям наступления предельных состояний, сценариям разрушения, методам усиления, моделям поведения усиленных конструкций; разработку экспертных систем для оценки эксплуатационного состояния мостовых сооружений, прогнозирования их поведения, оценки надежности, безопасности, моделирования возможных сценариев разрушения.

Только при соблюдении названных условий и реализации всех вышеуказанных направлений технической деятельности мы сможем исключить из нашего лексикона это страшное слово «мостопад». ■