

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СОДЕРЖАНИЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

В инфраструктуре Санкт-Петербурга эксплуатируются различные транспортные сооружения, предназначенные для пропуска (раздельно или совмещенно) пешеходов и подвижного состава безрельсового и рельсового городского транспорта: автомобилей (легковых, грузовых, автобусов), троллейбусов, трамваев, поездов метро, и в пределах городской черты — железнодорожных поездов (городских электричек) и др.

Общие сведения о содержании мостовых сооружений в Санкт-Петербурге

Все эти транспортные сооружения в целом способствуют обеспечению надежных внутригородских транспортных связей и улучшению транспортной обстановки в городе.

Мостовые сооружения, являясь ответственными элементами городских путей сообщения (ГПС) Санкт-Петербурга, в процессе эксплуатации должны эффективно и качественно удовлетворять требованиям движения пешеходов и современных транспортных средств, так как их техническое состояние оказывает влияние на безопасные и удобные условия жизни горожан.

В процессе эксплуатации городские мостовые сооружения (ГМС) по своей прочности, устойчивости и конструкции во всех своих элементах и по своему физическому состоянию должны обеспечивать безопасный и непрерывный пропуск пешеходов и всех видов городского транспорта с расчетными нагрузками и скоростями в течение заданного срока эксплуатации. При этом исправное техническое состояние ГМС обеспечивается выполнением эксплуатационной организацией СПб ГУП «Мостотрест» необходимого комплекса работ по поддержанию *потребительских свойств* — пропускной способности, грузоподъемности, безопасности и комфортности движения, долговечности и внешнего вида сооружений, которые были заложены при их проектировании и строительстве.

Наряду с СПб ГУП «Мостотрест» в городе есть и ряд других организаций, осуществляющих техническое содержание мостовых сооружений (табл. 1). Однако вышеназванная организация является своеобразным «лидером» на рынке услуг эксплуата-

ции, так как, во-первых, это старейшая эксплуатирующая организация в стране (ее «возраст» составляет около 280 лет), а во-вторых, СПб ГУП «Мостотрест» осуществляет содержание более половины мостовых сооружений Санкт-Петербурга.

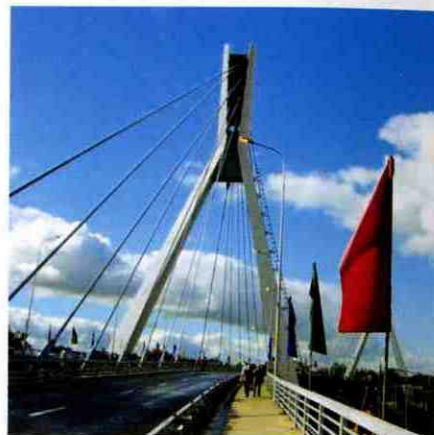
Силами СПб ГУП «Мостотрест» на территории Санкт-Петербурга осуществляется техническое содержание порядка 450 мостов и путепроводов.

В настоящее время около 60% эксплуатируемых сооружений требуют ремонта. Это чрезвычайно высокий процент мостов с неудовлетворительным техническим состоянием, этот показатель в два раза выше средних показателей по мостам России и в 2,5 раза превышает количество мостов с неудовлетворительным состоянием на федеральной сети автомобильных дорог.

Одни и те же сооружения содержатся сразу несколькими организациями: одна производит надзор и часть работ по содержанию, другая — уборку, третья — освещение, *n*-ная — является подрядчиком (субподрядчиком) у кого-то из первых трех.

Качество обслуживания всех сооружений зависит от условий взаимодействия эксплуатирующих организаций между собой, но также в еще большей степени — с проектировщиками и строителями. К сожалению, опыт эксплуатации показывает, что такого четкого взаимодействия нет (отсутствует), что негативно сказывается в конечном итоге на техническом состоянии мостовых сооружений.

Одним из таких примеров является строительство Кольцевой автомобильной дороги в обход Санкт-Петербурга (КАД СПб). Несогласованность на различных стадиях жизненного цикла сооружения (проектирования, строительства и экс-



плуатации) приводит к тому, что уже через 2-3 года после начала эксплуатации сооружений в них возникают достаточно серьезные дефекты, требующие незамедлительного проведения ремонтных работ.

Еще одним негативным моментом при эксплуатации сооружений является *отсутствие необходимых смотровых приспособлений*, которые обычно предназначаются как для надзора, так и для ремонтных работ.

Например, отсутствие эксплуатационных обустройств на одном из путепроводов над железнодорожными путями в Санкт-Петербурге привело к утроению стоимости работ по окраске металлоконструкций балок пролетного строения, так как цена «окон» в движении поездов в два с лишним раза больше цены собственной окраски конструкций.

Совокупность вышесказанного определяет необходимость создания некоего централизованного органа, координирующего работу проектировщиков, строителей и эксплуатационников.

Надежность и функциональность петербургских мостовых сооружений, инструменты для их поддержания

Санкт-Петербург обладает уникальным мостовым парком, характеризующимся как эстетическими, так и техническими особенностями, признанными во всем мире. В его состав входит множество конструкций, разнообразных по материалу и статическим схемам. Срок службы многих из

них сопоставим с возрастом самого города.

Несмотря на наличие стольких уникальных мостовых сооружений, они, прежде всего, — транспортные сооружения, основная цель которых — обеспечивать постоянное, безопасное и бесперебойное движение по магистралям, которые они соединяют.

Соответственно, необходимо эксплуатировать не каждый мост в отдельности, а весь мостовой парк в целом. Не сохранять каждый отдельный мост, а относиться к нему как к единице общегородского мостового парка.

Причем если при эксплуатации отдельных мостов каждый из них должен служить по возможности дольше, то мостовой парк в целом должен эксплуатироваться постоянно.

Нет необходимости содержать мосты по 120-150 лет. Такую долговечность технически обеспечить можно, но экономически нецелесообразно.

Гораздо выгоднее обеспечить безопасную эксплуатацию и пропуск нагрузки на должном уровне, то есть самую главную функцию сооружения, в течение так называемого оптимального периода.

Этот период, согласно проведенным расчетам, не превышает в условиях Петербурга 60–70 лет (для железобетонных мостов).

Одним из инструментов, направленных на поддержание требуемых уровней надежности и функциональности сооружения, является мониторинг — система постоянных (в пространстве и во времени) наблюдений (регистраций), контролирующая процессы взаимодействия природных и техногенных воздействий и объекта(ов) исследования в течение необходимого периода времени.

У СПб ГУП «Мостотрест» в части мониторинга имеются определенные наработки, которые в настоящее время реализуются в процессе эксплуатации отдельных мостовых сооружений.

С целью повышения уровня охраны сооружений, на разводных мостах установлены комплексные системы защиты и видеонаблюдения, которые позволяют с пульта управления и поста охраны контролировать наличие автотранспорта и пешеходов перед разводкой мостов, а также предупреждать несанкционированные проникновения на мосты и в служебные помещения, порчу имущества и оборудования.

Табл. 1

Наименование организации, осуществляющей техническое содержание или являющейся владельцем сооружения	Характеристика объектов (большая часть)	% от общего числа (экспертные оценки)	
		по количеству сооружений	по площади сооружений
СПб ГУП «Мостотрест»	В основном мостовые сооружения под автомобильную и пешеходную нагрузки, со сроками эксплуатации до 200 лет, различные по материалу	>50	>50
ОАО «РЖД»	В основном мостовые сооружения под железнодорожную нагрузку, со сроками эксплуатации до 150 лет, различные по материалу	~20	~12
ФГУ «ДСТО СПб» и подрядные организации	Объекты КАД, срок эксплуатации менее 10 лет, в основном металлические неразрезные сооружения	10-12	~25
ОАО «ЗСД»	Объекты ЗСД, срок эксплуатации менее 5 лет, в основном металлические неразрезные сооружения	<5	~10
ГУД(С)П и др. дорожные предприятия	В основном водопропускные трубы, подпорные стены и насыпи подходов	7-8	1-2
Предприятия, производства и т.п.	Объекты на территории предприятий или подъездных путях к ним	<5	<1

Также установленная радиолокационная система позволяет диспетчеру контролировать проход судов по Неве в ночное время по створам разведенных пролетов. Это крайне необходимо для использования в случаях возникновения штатных ситуаций с навалом судов на опоры мостов и др.

Подсистема радиолокационного и визуального контроля прохождения судов по фарватеру реки Невы позволяет определить параметры плавсредства (габариты, точные географические координаты местоположения, скорости и направления движения) в реальном масштабе времени, а также отображает текущее местоположение плавсредства в режиме on-line на электронной карте с привязкой к географическим координатам. Производится запись, архивация информации, ведется база данных тревожных событий.

Еще в 2001-2002 годах после завершения реконструкции моста Александра Невского была разработана и внедрена опытная система мониторинга технического состояния железобетонного пролетного строения моста.

На мосту в предыдущие годы отмечались спонтанные обрывы витых стальных канатов внешнего армирования диаметром 45 мм, что требовало постоянного контроля и неоднократных ремонтов.

В первую очередь были установлены датчики напряжения в металле на наружных листах усиления нижнего пояса балок.

Кроме того, были установлены датчики раскрытия и появления новых трещин внутри коробок главных балок, а также датчики напряжения в бетоне и датчики акустической эмиссии, фиксирующие обрыв канатов в пролетных строениях, температурные датчики.

Информация от датчиков собирается в локальные блоки и далее в коммуникационный центр в опоре моста.

Имеются два основных обстоятельства, осложняющих анализ получаемой в настоящее время информации.

Во-первых, необходимо было разделить влияние температуры и подвижных нагрузок, при том что термометров оказалось недостаточно для массивной и температурно-инертной

системы моста. Это удалось сделать программным способом, выведя зависимость между изменением температуры воздуха и показаниями датчиков с учетом отставания изменения температуры железобетона от изменения температуры воздуха.

Во-вторых, другой сложностью данного мониторинга оказалась избыточная информация, которую практически не удается полностью обработать.

В целом, говоря о мониторинге технического состояния стационарных пролетных строений моста Александра Невского, учитывая его пилотный для Санкт-Петербурга характер и оценивая его огромную роль при этом, стоит сказать, что данная система морально устарела и не устраивает СПб ГУП «Мостотрест» как эксплуатирующую организацию.

Следующим примером может служить уникальный вантовый путепровод в створе проспекта Александровской Фермы, уникальность которого состоит, в первую очередь, в малых радиусах (вертикальном и горизонтальном) и наличии одной плоскости вант.

На сооружении установлено сразу две системы эксплуатационного мониторинга. Отличительной особенностью данных систем является комплексность. Данные, получаемые с помощью разветвленной сети датчиков, позволяют, во-первых, получать информацию о сооружении в целом или о наиболее напряженных элементах конструкции, что определяется проектом. Во-вторых, система постоянного мониторинга дает возможность использовать режим реального времени и проследить за развитием процессов во времени. В-третьих, применение датчиков различных типов позволяет одновременно проводить анализ различных факторов, влияющих на работу сооружения.

Одна из установленных систем является проектной, выполненной силами ОАО «Институт Гипростроймост СПб» в сотрудничестве с финскими партнерами, компанией SAVCOR/FUTURTEC.

В упомянутой системе применяются следующие типы датчиков:

■ Акселерометры — датчики, регистрирующие колебания элементов сооружения. Особое внимание следует уделить установке акселерометров на вантах, что является одним из способов контроля натяжения.

■ Тензодатчики — датчики изменения напряжения (деформации), расположенные в наиболее опасных сечениях сооружения.

■ Лазерные двухкоординатные датчики смещений, которые регистрируют медленно (безынерциально) меняющиеся положения контролируемого сечения. При этом мишень («уголковый» отражатель) жестко прикреплена в зоне контролируемого сечения, а собственно лазерный датчик (с излучателем и приемником отраженного от мишени лазерного луча) закреплен на относительно неподвижном специально оборудованном основании и нацелен на мишень.

В двух точках путепровода установлены метеостанции с анемометрами, которые автоматически измеряют направление и скорость ветрового потока с точностью и частотой фиксации, достаточной для проведения анализа степени влияния этого фактора на состояние сооружения и оценки возможности его нормальной эксплуатации в режиме пропуска подвижной нагрузки.

В то же самое время, по инициативе СПб ГУП «Мостотрест» с участием ЗАО «НИПИ ТРТИ» и французской фирмы Advitam была дополнительно произведена работа по установке и внедрению системы компьютеризированного контроля, управления содержанием и непрерывного мониторинга состояния данного сооружения на современном техническом уровне.

Данная система обеспечивает сплошной контроль конструкций в автоматизированном режиме.

Путепровод оснащен приборами в четырех различных сечениях, а также на уровне двух пилонов и поперечных балках (распорках). Также, помимо температурных датчиков и датчиков напряжения, на путепроводе предусматривается система контроля нагрузок, обращающихся по сооружению, с возможностью видеофиксации и регистрации неконтролируемых сверхтяжелых транспортных средств, осуществляющих несанкционированный проезд по путепроводу.

Для этого на объекте помимо прочего приборного оснащения устанавливаются видеокамеры, которые позволяют при получении сигналов тревоги с датчиков мониторинга регистрировать изображения за 5 секунд до включения сигнала тревоги и через 10 секунд после его включения.

Эта система контроля нагрузок позволяет оценить уровень напряжения, которое испытывают конструкции в связи с прохождением большегрузных автомобилей, и установить порог, по достижении которого необходимо будет обследовать конструкцию. Также возможно подсчитать циклы прохождения автотранспорта и оценить уровень усталости объекта.

Блоки сбора данных обеих систем мониторинга расположены в коммуникационном центре у опоры № 3. Все датчики посредством кабелей сводятся к блокам данных через концентраторы.

Совершенствование системы содержания

Описанные выше примеры систем мониторинга позволяют также говорить о необходимости совместной работы всех организаций (проектировщиков, строителей и эксплуатационников) при создании подобных систем.

Мониторинг крайне необходимо согласовывать на стадии проектирования и обустройства с эксплуатирующей организацией, потому что именно отсутствие учета рекомендаций специалистов по эксплуатации приводит к избыточной информативности (мост Александра Невского) либо, наоборот, к недостатку данных (путепровод в створе проспекта Александровской Фермы).

Выходом из создавшейся ситуации может служить уже высказанное ранее предложение по созданию централизованного органа, координирующего работу проектировщиков, строителей и эксплуатационников. Тогда финансовые затраты не будут напрасны, а уровень технического состояния мостового сооружения будет высок в течение достаточно большого срока.

В.Г. Непомнящий,
генеральный директор
ООО «Мостовое бюро»

Э.С. Карапетов,
к.т.н., доцент кафедры «Мосты»
Петербургского государственного
университета путей сообщения

А.А. Белый,
ведущий инженер СПб ГУП
«Мостотрест», аспирант кафедры
«Мосты» Петербургского
государственного университета
путей сообщения
К.Ю. Долинский,
ведущий инженер
ООО «Мостовое бюро»