

СТРОИТЕЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Стойкость строительной конструкции к воздействиям окружающей среды определяет долговечность и беспроблемность ее эксплуатации. После того как здание или сооружение построены и произошел запуск процесса взаимодействия с окружающей средой, немедленно начинается их старение и деградация.

Произошедшие за последние годы катастрофические по своим масштабам внезапные обрушения заставляют обратить самое пристальное внимание на состояние всех зданий без исключения. Не было землетрясений, не было взрывов. Просто крыши и стены падали, и погибали люди. Причиной могли быть как ошибки при изысканиях и проектировании, отступления от проекта и технологических регламентов при ведении строительных работ, нарушения правил монтажа, ввод в эксплуатацию здания со значительными недоделками, так и нарушение правил эксплуатации.

Для замедления старения и тем самым увеличения долговечности необходимо осуществлять грамотную эксплуатацию. А это значит, что следует, во-первых, выявлять все скрытые и явные дефекты, возникшие на предыдущих этапах жизненного цикла, а во-вторых, отслеживать зарождение дефектов в реальном времени. Это позволит своевременно, т. е. незамедлительно, строить прогнозы относительно возникновения аварийных ситуаций и осуществлять необходимые превентивные мероприятия ремонтного и защитного характера.

Реализация программы строительного мониторинга подразумевает подготовку и осуществление комплекса мероприятий, включающих в себя проведение долговременного контроля за изменениями окружающей среды, воздействующей на строительную конструкцию, а также контроля за постоянными и временными нагрузками, перемещениями и деформациями, возникающими в самих конструкциях. Все это направлено на оценку фактических значений контролируемых параметров. Цель — подтвердить возможность дальнейшей безопасной эксплуатации, если все контролируемые параметры остаются в допустимых пределах, или выработать научно обоснованные рекомендации по восстановлению эксплуатационных параметров и усилению здания.

Поскольку организация строительного мониторинга — занятие затратное и хлопотное, неизбежно встает вопрос: когда, как и вообще нужно ли его проводить? В самом деле, насколько комфортнее была бы наша жизнь, если бы все нами построенное существовало в веках без изменений, старения, деградации и разрушения. Жизненный опыт показывает, что в подавляющем большинстве случаев практически без каких-либо эксплуатационных и ремонтных мероприятий (исключая косметические ремонты) здания и сооружения могут сносно существовать и пятьдесят, и сто лет, и более. Поэтому обоснование необходимости организации мониторинга здания или сооружения, или даже конкретной строительной конструкции — вопрос далеко не праздный: с одной стороны «сомнительная» проблема потенциальной безопасности в каком-то неопределенном будущем, а с другой — значительные финансовые и иные затраты в настоящее время. Современная тенденция принятия решений, а также особенности национального менталитета однозначно препятствуют внедрению строительного мониторинга. Обычно основаниями для беспокойства и причинами возникновения желания проведения строительного мониторинга являются увеличение эксплуатационных нагрузок, модернизация или реконструкция зданий, выявленные отступления от проекта, деформации грунтовых оснований и в других случаях, когда возникают факти-

ческие и очевидные свидетельства каких-либо отклонений в параметрах безопасности и надежности конструкций (аварийные ситуации).

Если решение об организации мониторинга здания или сооружения с целью максимального продления их жизненного цикла и обеспечения их беспроблемной (безаварийной) эксплуатации принято, то что же дальше? Какие методы использовать и к кому обращаться?

Для наиболее эффективного проведения исследовательских работ желательно обращаться в специализированные организации со штатом высококвалифицированных специалистов, имеющих в своем распоряжении соответствующие технические средства диагностического контроля и современные продукты информационных технологий.

Достижения приборостроения последних лет, в том числе приборы неразрушающего контроля, позволяют отслеживать состояния как окружающей среды, так и строительной конструкции в реальном времени практически с любой необходимой точностью и надежностью по ряду параметров. Хотя стоимость отдельных образцов этой аппаратуры вполне приемлема для их массового применения, в целом организация и проведение полноценного мониторинга еще остается достаточно затратным занятием. Полноценного в том смысле, что он должен включать по времени хотя бы четыре природных сезона.

Основную затратную часть составляет стоимость современного высокоточного оборудования, такого как, например, сейсмометры, прецизионные датчики перемещения (движения). Без оценки микросейсмических воздействий не удастся получить полную картину, так как значительный износ здания получают при воздействии дополнительных сейсмических и ударно-вибрационных нагрузок. Понятно, что источниками таких нагрузок могут быть не только землетрясения. Источниками вибрационных нагрузок являются крупные промышленные установки, наземные и подземные тяжелые транспортные средства, а также проведение ремонтно-строительных работ в непосредственной близости или на самом объекте мониторинга. От их постоянного или даже периодического воздействия могут возникать микротрещины, которые в дальнейшем под-



воздействием температурно-влажностных сезонных колебаний могут расширяться и множиться, приводя в итоге к тяжелым и внезапным разрушениям конструктивных элементов. Стоимость самых простых приборов для измерения описанных нагрузок составляет порядка нескольких десятков тысяч рублей.

Состояние самой строительной конструкции оценивается по параметрам напряжения и деформации, получаемым с датчиков различных типов и назначений и измеряемым в особых точках конструкции: в зонах уже выявленных дефектов и в зонах наиболее вероятных дефектов — в потенциально проблемных зонах. Потенциально проблемные зоны определяются экспертами с помощью расчетных методов, а также на основе опыта проведения строительных работ (уровня проработки и конкретного исполнения технологических карт процессов) и соблюдения эксплуатационных регламентов в данных конкретных условиях, а также опыта проведения обследований строительных конструкций и мониторинга.

Мониторинг строительной конструкции в отдельных точках, так называемый дифференциальный метод строительного мониторинга, должен быть увязан с интегральными оценками технического состояния здания или сооружения в целом. Основой такой увязки служит информа-

ционная модель объекта, которая включает в себя подробные архитектурные обмеры (геометрические характеристики несущих строительных элементов) и расчетную математическую модель напряженно-деформированного состояния. Разумеется, информация о геометрических характеристиках объекта может быть получена из проектной и конструкторской документации. Однако хорошо известно, что реальное воплощение проекта всегда в большей или меньшей степени отличается по геометрии. Проведение архитектурных обмеров — весьма трудоемкое занятие, к тому же весьма неточное по получаемым результатам. И здесь на помощь приходят современные технологии. Лазерное объемное сканирование зданий и сооружений, необходимое для построения полноценной информационной модели, являющейся основой мониторинга, сегодня также является еще весьма дорогостоящей процедурой. Его применение особенно необходимо в случаях, когда невозможно проследить деформации и отклонения от нормы без построения трехмерной модели объекта, например, у сооружений со сложной архитектурой и непростой конструктивной схемой. Представьте, насколько трудоемок процесс построения такой модели путем получения простого набора значений длины, площади, объема и т. д. Нужно произвести измерения и получить координаты всех фраг-

ментов, таким образом получить набор точек с пространственными координатами. Для этой цели и служат приборы, позволяющие получать координаты точек с точностью до нескольких миллиметров.

Добавим ко всем перечисленным расходам еще затраты на приобретение и установку оборудования для передачи и обработки получаемых первичных данных — и мы получим стоимость внедрения полноценной системы строительного мониторинга. Затраты на обслуживание этой системы будут зависеть от конкретных исполнителей.

Еще совсем недавно основными методами проведения мониторинга считались гипсовые и бумажные маячки на трещинах. Сегодня уже начаты работы в области информационно-космических технологий, которые показали себя очень эффективными в вопросах обследования зданий. Можно предположить, что только высококлассные специалисты способны найти ту «золотую середину», когда потраченные средства полностью соответствовали бы целям и назначению, а главное — полученному результату.

А. А. ДОНОВ, инженер, генеральный директор компании ViSoft, Н. И. ШЕВЧЕНКО, к. т. н., заведующий сектором строительного мониторинга зданий Русского музея (Санкт-Петербург)



ИНТЕРПРИБОР

ПРИБОРЫ ДЛЯ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Научно-производственное предприятие

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА Терем-4.X

Многоканальный мониторинг трещин и деформаций, смещений, напряжений, климата, тензометрия, ...



каналов	4...256
адаптеров	1...32
линия связи	до 200 м
скорость опроса	1 с

РЕГИСТРАТОРЫ Автограф-1.X

Продолжительный мониторинг трещин, деформаций, климата различных объектов: мостов, зданий, конструкций... Полностью автономен. Каналов 3...5, диапазон рабочих t° = -40...+85...+125 °С, литиевая батарея.



СЕЙСМОСТАНЦИЯ Спектр-2.0

Диагностика свай и грунтов по временным и спектральным характеристикам. Локализация дефектов, определение длины свай.



диапазон каналов	10...8000 Гц
линий спектра	2
масса	1000 кг
	0,3 кг

ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ Оникс-0С/СР

Измерение прочности бетона методами отрыва со скалыванием и скола ребра. Эргономичная конструкция. Исключено проскальзывание анкера.



диапазон	5...100 МПа
усилие	до 6,3 т.с.
масса	3,7 кг

ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ Оникс-2.X

Принципиально новые многопараметрические измерители прочности бетона и др. материалов с визуализацией и многофакторным анализом сигналов.



диапазон	0,5...100 МПа
энергия удара	0,1...0,12 Дж
масса	0,3 кг

ДИЛАТОМЕТР Бетон-Frost

Ускоренное определение морозостойкости бетона (ГОСТ 10060.3-95) по образцам - кубам или кернам.



время камер	4...5 ч
	1...3
масса	3,2 кг

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ПРИБОРЫ Пульсар-1.X

Измерение прочности, плотности и глубины трещин в бетоне и др. материалах. Дефектоскопия изделий и конструкций.



диапазон	5...20000 мкс
частота	50...100 кгц
дискретность	0,1мкс

ВИБРОАНАЛИЗАТОРЫ Вибран-2.0/3.0

Низкочастотная вибродиагностика конструкций, фундаментов, оснований, машин, изделий, ...



каналов	1...4
диапазон	2...1000 Гц
масса	0,5 кг

АРМОТЕСТЕР Поиск-2.5

Определение толщины защитного слоя, диаметра и расположения арматуры в ж/б изделиях и конструкциях.



защитный слой	2...170 мм
диаметры	3...50 мм
режим сканирования	
масса	0,35 кг

Для детального ознакомления, в том числе с расширенным перечнем приборов, приглашаем посетить наш сайт!

<http://www.interpribor.ru>

г. Челябинск т./ф.: (351) 729-88-85 (многоканальный)

E-mail: Info@interpribor.ru

г. Москва НИИЖБ тел.: (495) 988-01-95, 174-75-13

г. Санкт-Петербург тел.: (812) 454-03-55, 570-64-96

СтройПРОФИЛЬ №7(69) 2008 www.stroy.press.ru